

***IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE***

Applicant: Minoru SAITO  
Title: CURRENT TRANSFORMER  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 09/30/2003  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

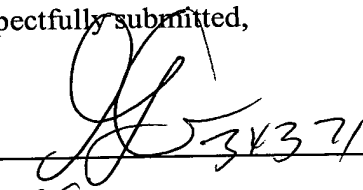
- JAPAN Patent Application No. 2002-284856 filed 09/30/2002.

Respectfully submitted,

Date September 30, 2003

FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5414  
Facsimile: (202) 672-5399

By

  
Richard L. Schwaab  
Attorney for Applicant  
Registration No. 25,479

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年    9 月 3 0 日  
Date of Application:

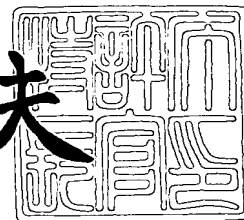
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 8 4 8 5 6  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 2 8 4 8 5 6 ]

出      願      人            株 式 会 社 東 芝  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 1 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 6 2 9 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 63B0280051

【提出日】 平成14年 9月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 38/28

【発明の名称】 変流器及び変流器システム

【請求項の数】 13

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株式会社東芝  
    浜川崎工場内

    【氏名】 齋藤 実

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

    【識別番号】 100087332

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 猪股 祥晃

    【電話番号】 03-3501-6058

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103333

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 菊池 治

    【電話番号】 03-3501-6058

【選任した代理人】

    【識別番号】 100081189

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 猪股 弘子

    【電話番号】 03-3501-6058

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012760

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 変流器及び変流器システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中央に導体の貫通する開口部を有し、基板表面と、基板裏面と、これら基板表面と基板裏面とに挟まれた複数の基板内層とを有する多層構造のプリント基板を備え、前記基板表面と、基板裏面と、基板内層とに前記開口部の中心を略中心として放射状に広がる複数本の直線形状の放射状金属箔を形成し、任意の 2 層間の放射状金属箔をプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続して 1 つの巻線を形成し、少なくとも他の 2 層間の放射状金属箔をプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続して前記巻線とは別の巻線を形成し、少なくとも 1 つの層に前記開口部の中心を略中心とする円周状金属箔を形成し、前記複数の巻線と前記円周状金属箔とを電氣的に直列に接続し、前記円周状金属箔を帰路線としたロゴスキーコイルを有することを特徴とする変流器。

【請求項 2】 前記巻線と前記円周状金属箔は同じ数形成され、複数の円周状金属箔は全てプリント基板の同一層に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の変流器。

【請求項 3】 前記巻線と前記円周状金属箔は同じ数形成され、複数の円周状金属箔はプリント基板の異なる層に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の変流器。

【請求項 4】 中央に導体の貫通する開口部を有し、基板表面と、基板裏面と、これら基板表面と基板裏面とに挟まれた複数の基板内層とを有する多層構造のプリント基板を備え、前記基板表面と、基板裏面と、基板内層とに前記開口部の中心を略中心として放射状に広がる複数本の直線形状の放射状金属箔を形成し、任意の 2 層間の放射状金属箔をプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続して 1 つの巻線を形成し、このように形成される巻線を  $(2 \times N)$  個有し、前記巻線のうち、 $N$  個の巻線と残りの  $N$  個の巻線は互いに反対方向に巻回され、前記  $(2 \times N)$  個の巻線を電氣的に直列に接続したことを特徴とする変流器。

【請求項 5】 一方の方向に巻回した巻線とその反対方向に巻回した巻線が交互に積層され、交互に積層された互いに反対方向に巻回した巻線を直列に接続したことを特徴とする請求項 4 に記載の変流器。

【請求項 6】 一方の方向に巻回した巻線を直列に接続して一組の多重巻線を形成し、その反対方向に巻回した巻線を直列に接続してもう一組の多重巻線を構成し、互いに反対方向に巻回した 2 組の多重巻線は、プリント基板上に互いに鏡像関係にあるように電氣的に直列に接続したことを特徴とする請求項 4 に記載の変流器。

【請求項 7】 中央に導体の貫通する開口部を有し、基板表面と、基板裏面と、これら基板表面と基板裏面とに挟まれた複数の基板内層とを有する多層構造のプリント基板を備え、前記基板表面と、基板裏面と、基板内層とに金属箔が前記開口部の中心を略中心としてそれぞれ放射状に配置した複数本の金属箔により形成される層と、前記金属箔が前記開口部の中心を略中心とする円周状金属箔により形成される層とを有し、前記放射状の複数本の金属箔を有する層のうち、任意の 2 層間の放射状金属箔がプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続されることにより、1 つの巻線を形成し、このように形成される巻線を  $(2 \times N + 1)$  個有し、プリント基板に構成される前記巻線のうち、 $(N + 1)$  個の巻線と残りの  $N$  個の巻線とは互いに反対方向に巻回され、前記  $(2 \times N + 1)$  個の巻線と前記円周状金属箔とを電氣的に直列に接続し、かつ前記円周状金属箔の巻回方向を前記残りの  $N$  個の巻線と同一方向として、これを帰路線としたロゴスキーコイルを有する変流器。

【請求項 8】 一方の方向に巻回した巻線とその反対方向に巻回した巻線および円周状金属箔が交互に積層され、交互に積層された互いに反対方向に巻回した前記巻線および円周状金属箔とを電氣的に直列に接続したことを特徴とする請求項 7 に記載の変流器。

【請求項 9】 中央に導体の貫通する開口部を有し、基板表面と、基板裏面と、これら基板表面と基板裏面とに挟まれた複数の基板内層とを有する多層構造のプリント基板を備え、前記基板表面と、基板裏面と、基板内層とに前記開口部の中心を略中心として広がる複数本の金属箔を形成し、任意の 2 層間の金属箔

をプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続して複数の巻線を形成し、前記複数の巻線を電氣的に直列に接続して送変電機器の主回路交流電流を検出し、その交流電流量を表すアナログ電圧信号を出力するログスキーコイルと、前記アナログ電圧信号をデジタル電気信号に変換するアナログ／デジタル変換器と、そのデジタル電気信号をデジタル光信号に変換する電気／光変換器とを有し、前記ログスキーコイル近傍に配置されたセンサユニットと、前記デジタル光信号を伝送する光伝送手段とを有する変流器システム。

【請求項 1 0】 前記複数のログスキーコイルから前記複数のセンサユニットを経て複数の光伝送手段によって伝送された前記デジタル光信号を統合して、少なくとも 1 つの統合伝送信号を生成し、この統合伝送信号を上位システムに伝送する統合ユニットを有することを特徴とする請求項 9 に記載の変流器システム。

【請求項 1 1】 統合ユニットは、前記各デジタル光信号をそれぞれ第 2 のデジタル電気信号に変換する複数の光／電気変換器と、前記各第 2 のデジタル電気信号を統合して電気統合伝送信号を生成する統合手段と、前記電気統合伝送信号を第 2 のデジタル光信号に変換する第 2 の電気／光変換器とからなることを特徴とする請求項 1 0 に記載の変流器システム。

【請求項 1 2】 統合ユニットと前記上位システムとが 1 対 1 の伝送路により接続されたことを特徴とする請求項 1 0 に記載の変流器システム。

【請求項 1 3】 統合ユニットと前記上位システムとが LAN により接続されたことを特徴とする請求項 1 0 に記載の変流器システム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、送変電機器等に通電される主回路交流電流量を測定するために使用される変流器及び変流器システムに関するもので、特にログスキーコイルを使用して電子化された変流器及び変流器システムに関する。

#### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

一般に、送変電機器等に通电される交流電流を測定するため貫通形変流器が用いられることが多い。従来の貫通形変流器は、円環状の巻芯に二次巻線を巻回し、測定対象の一次電流が通电される導体を巻芯中央の開口部に貫通した変流器である。このような変流器には上記巻芯として鉄芯を用いるものと、非磁性材料を用いるものがある。このうち、非磁性材料を用いるものは空芯変流器又はログスキーコイルと呼ばれ、飽和のない優れた線形特性を得ることができる。

#### 【0003】

図14に一般的なログスキーコイルの構成を示す。同図に示すログスキーコイル1は非磁性材料の巻芯6の全周にわたって一定の間隔で巻線2を点Pから点Qまで巻回し、その帰路線3を点Qから点Rまで巻線2の巻き進み方向と逆方向に巻芯に沿って戻すことにより構成されている。通常、帰路線3は巻芯6と巻線2との間を通して戻される。また、巻芯6の開口部6aには主回路交流電流が通电する導体5が貫通している。

#### 【0004】

この時、端子4、4間には導体5に通电される一次電流の時間的変化の大きさに比例した電圧が発生する。従って、この電圧を積分し、コイルの形状によって決まる定数を掛けることにより上記一次電流を測定することができる。理想的なログスキーコイルであれば端子4、4間の電圧は導体5と巻芯6の中心位置とのずれや、ログスキーコイル外部の磁界等によって影響を受けない。

#### 【0005】

ここで、理想的なログスキーコイルとは、(a)巻線2の巻き間隔(ピッチ)が一定であり、(b)巻線2が囲む面積と帰路線3が囲む面積とが等しく、(c)巻芯6の断面積が全周にわたって一定であり、しかも温度の影響を受けることが無く、(d)巻線2が完全に巻芯6の全周にわたって巻回されていて欠落部分が無い、等の特性を備えたログスキーコイルを指す。

#### 【0006】

しかしながら、図14に示すようなログスキーコイルを製作する場合、上記(a)の条件を実現すること、すなわち、巻線2を巻芯6に一定の巻き間隔を保ちながら巻き付けることは困難である。これを達成するためには巻線2の位置を固

定するための溝、又は突起を巻芯 6 に設けることにより一定の巻き間隔を保つことができるが、そのためには特殊な巻芯及び巻線器が必要となり、ロゴスキーコイルの価格は極めて高価なものになってしまう。

#### 【0007】

この点を解決するために従来図 15 に示されるロゴスキーコイルの構成が考えられている。同図に示すロゴスキーコイルにおいては、中央に開口部 9 を有するプリント基板 7 の表、裏両面に、開口部 9 の中心から放射状に広がる複数の直線に一致するように金属箔 2 e が形成されている。また、プリント基板 7 の一方の面の放射状金属箔と反対側の面の放射状金属箔との間がプリント基板 7 を貫通するメッキした穴により電氣的に接続されることにより、巻線 2 及び帰路線 3 が形成されている。

#### 【0008】

図 15 に示す例では、帰路線 3 も巻線を形成しており、それによって単位電流、単位周波数当たりの端子 4、4 間の出力電圧が大きくなり、ロゴスキーコイルの感度が向上する。なお、巻進み方向は巻線 2 は時計回りであり、帰路線 3 は反時計回りに巻かれている。（例えば、特許文献 1 参照。）

このような従来技術によれば、一般的なプリント基板製作技術を応用することにより、巻線 2 及び帰路線 3 の巻間隔が正確に一定となるロゴスキーコイルを、安価に製作することができる。従って、上述した（a）の条件をかなりの程度まで実現することが可能となる。

なお、プリント基板に形成する金属箔で巻線を構成したロゴスキーコイルを、以下では、プリント基板形ロゴスキーコイルと呼ぶ。

#### 【0009】

##### 【特許文献 1】

特開平 6-176947 号公報（第 3 頁、図 1、図 2）

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来のロゴスキーコイルでは上述した（b）の条件、すなわち巻線 2 が囲む面積と帰路線 3 が囲む面積とを等しくするという条件を完全に

満たすことができないため外部磁界の影響を受け易くなり、これが電流測定時の誤差が増大する原因となる。

#### 【0 0 1 1】

図 1 6 は、図 1 4 に示すような一般的なロゴスキーコイル 1 の巻線 2 に巻芯 6 の中央の開口部 6 a を貫通する方向の外部磁界による磁束  $\Phi$  が鎖交している様子を示した模式図である。また、図 1 7 は、図 1 4 に示すような一般的なロゴスキーコイル 1 の帰路線 3 に同じ外部磁界による磁束  $\Phi$  が鎖交している様子を示した模式図である。

#### 【0 0 1 2】

図 1 4 に示すロゴスキーコイル 1 の端子 4、4 間に発生する電圧は、巻線 2 の巻き進み方向と帰路線 3 の巻き進み方向とが逆であるため、図 1 6 に示す点 P - Q 間に発生する電圧と、図 1 7 に示す点 Q - R 間に発生する電圧との差に等しい。ここで、例えば外部磁界による磁束  $\Phi$  がロゴスキーコイル 1 の全面にわたって一様であるとする、図 1 6 における巻線 2 の囲む面積 A と、図 1 7 における帰路線 3 の囲む面積 B とが等しくない場合端子 4、4 間に外部磁界に起因する電圧が発生することとなる。この電圧は本来測定すべき一次電流とは無関係であるため測定誤差の原因となる。

#### 【0 0 1 3】

外部磁界の発生する要因には以下のような場合がある。例えば、図 1 8 に示すように、導体 5 に曲りが存在する場合、又は、ロゴスキーコイル 1 の外部に通電されている導体 8 が存在する場合、あるいは、図 1 9 に示すように、ロゴスキーコイル 1 に対して導体 5 が斜め方向に配置されている場合等である。実際の送変電機器にロゴスキーコイル 1 を適用する場合、上述したような要因を完全に排除することは不可能である。加えて、通常現実の外部磁界による磁束  $\Phi$  は一様ではないためその影響はさらに複雑となる。

#### 【0 0 1 4】

巻線 2 の囲む面積 A と帰路線 3 の囲む面積 B とを等しくすることにより、より好ましくは、巻線 2 の形状と帰路線 3 の形状を全く同一にすることにより誤差を低減することが可能であるが、図 1 4 に示す一般的なロゴスキーコイル 1 におい

ては、特に帰路線 3 の囲む面積を一定に管理して製造することが困難であるため外部磁界の影響を避けることは極めて困難である。

#### 【0 0 1 5】

一方、図 1 5 に示すログスキーコイル 1 においては、外部磁界の影響をかなり低減することが可能であるが、巻線 2 の囲む面積より帰路線 3 の囲む面積の方が小さい構成上の理由のため外部磁界の影響を受けることとなる。

#### 【0 0 1 6】

さて、ここまでログスキーコイルが受ける外部磁界の影響について説明してきたが、ここでもう 1 つの問題点について説明する。

すなわち、図 1 5 に示すログスキーコイルを採用することにより、外部磁界の影響をかなり低減できることはこれまで述べてきた通りであるが、だからといって、図 1 4 に示す一般的なログスキーコイルを図 1 5 に示すログスキーコイルで単純に置きかえることはできないという問題である。

#### 【0 0 1 7】

両者を単純に置き替えることができない理由は 1 次電流に対するログスキーコイル 1 の 2 次出力電圧の大きさ（鉄心形変流器でいうところの変流比に相当する）を図 1 5 に示すログスキーコイルでは、図 1 4 に示す一般的なログスキーコイルのレベルの大きさにすることができないためである。

#### 【0 0 1 8】

良く知られているように、ログスキーコイルの 2 次出力電圧は、コイル巻数と 1 ターン断面積の積に比例する。図 1 4 に示す一般的なログスキーコイル 1 では、通常、定格 1 次電流に対する 2 次出力電圧は数 1 0 V である。図 1 4 のログスキーコイル 1 では、（取付けスペースの制約が許す限り）1 ターン断面積を任意に決めることができ、またコイルの巻数も 2 重巻、3 重巻と必要な 2 次出力電圧が得られるように調整することができるので、数 1 0 V の 2 次出力電圧を容易に実現可能である。

#### 【0 0 1 9】

ログスキーコイルから数 1 0 V の 2 次出力電圧を得ることができるのであれば、ログスキーコイルが設置されている現場の変電機器から保護制御装置が設置さ

れている電気所本館までの間を、ノイズの影響を大きく受けること無く（すなわち、保護制御装置に影響が出るような信号の劣化を伴うこと無く）、アナログ電圧信号を伝送することが可能である。

#### 【0020】

しかしながら、図15に示すログスキーコイルでは、プリント基板に形成する金属箔でコイルを構成するという構造上の理由からコイル巻数、1ターン断面積ともにその大きさには物理的限界がある。基板の大きさや金属箔の幅により変わってくるが、コイル巻数はせいぜい1000ターン程度が限界であり、また1ターン断面積については基板の厚さの製造限界がせいぜい5mm～6mm程度であることから制限される。

#### 【0021】

従って、図15に示すログスキーコイルの2次出力電圧は、せいぜい100mV/kA程度が限界である。仮に、10枚のログスキーコイルを直列に接続したとしても、2次出力電圧は1V/kA程度であり、アナログ電圧信号を電気所本館まで伝送することは耐ノイズ上の観点から困難である。

#### 【0022】

本発明は、以上のような従来技術の課題を解決するために提案されたものであり、その目的は、巻芯中央の開口部を貫通するような外部磁界が存在する場合でも、外部磁界が電流計測に影響するのを防止し、高精度の電流測定が可能な安価なログスキーコイルを有する変流器及び変流器システムを提供することにある。

#### 【0023】

##### 【課題を解決するための手段】

前記の目的を達するため、本発明の請求項1に記載の発明は、中央に導体の貫通する開口部を有し、基板表面と、基板裏面と、これら基板表面と基板裏面とに挟まれた複数の基板内層とを有する多層構造のプリント基板を備え、前記基板表面と、基板裏面と、基板内層とに前記開口部の中心を略中心として放射状に広がる複数本の直線形状の放射状金属箔を形成し、任意の2層間の放射状金属箔をプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続して1つの巻線を形成し、少なくとも他の2層間の放射状金属箔をプリント基板を厚さ方向に

貫通するメッキした穴により電氣的に接続して前記巻線とは別の巻線を形成し、少なくとも1つの層に前記開口部の中心を略中心とする円周状金属箔を形成し、前記複数の巻線を電氣的に直列に接続すると共に、前記複数の巻線と前記円周状金属箔を電氣的に直列に接続し、前記円周状金属箔を帰路線としたロゴスキーコイルを有することを特徴とする。

#### 【0024】

この発明によれば、従来の一般的なプリント基板製作技術によりプリント基板に形成する金属箔で巻線を構成し、多重巻線構造のロゴスキーコイルを得、従来のプリント基板形ロゴスキーコイルと同等の誤差性能を達成した上で、従来のプリント基板形ロゴスキーコイルと同等の基板寸法で、多重巻回数に対応した倍数の2次出力電圧を得ることができ、従来のプリント基板形ロゴスキーコイルに対して耐ノイズ性を向上させる。

#### 【0025】

請求項4に記載の発明は、中央に導体の貫通する開口部を有し、基板表面と、基板裏面と、これら基板表面と基板裏面とに挟まれた複数の基板内層とを有する多層構造のプリント基板を備え、前記基板表面と、基板裏面と、基板内層とに前記開口部の中心を略中心として放射状に広がる複数本の直線形状の放射状金属箔を形成し、任意の2層間の放射状金属箔をプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続して1つの巻線を形成し、このように形成される巻線を $(2 \times N)$ 個有し、前記巻線のうち、 $N$ 個の巻線と残りの $N$ 個の巻線は互いに反対方向に巻回され、前記 $(2 \times N)$ 個の巻線を電氣的に直列に接続したことを特徴とする。

#### 【0026】

この発明によれば、従来の一般的なプリント基板製作技術によりプリント基板に形成する金属箔で巻線を構成し、偶数個の多重巻線構造のロゴスキーコイルを得、従来のプリント基板形ロゴスキーコイルと同等の誤差性能を達成した上で、従来のプリント基板形ロゴスキーコイルと同等の基板寸法で、多重巻回数に対応した倍数の2次出力電圧を得ることができ、従来のプリント基板形ロゴスキーコイルに対して耐ノイズ性を向上させる。

## 【0027】

請求項7に記載の発明は、中央に導体の貫通する開口部を有し、基板表面と、基板裏面と、これら基板表面と基板裏面とに挟まれた複数の基板内層とを有する多層構造のプリント基板を備え、前記基板表面と、基板裏面と、基板内層とに金属箔が前記開口部の中心を略中心としてそれぞれ放射状に配置した複数本の金属箔により形成される層と、前記金属箔が前記開口部の中心を略中心とする円周状金属箔により形成される層とを有し、前記放射状の複数本の金属箔を有する層のうち、任意の2層間の放射状金属箔がプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続されることにより、1つの巻線を形成し、このように形成される巻線を $(2 \times N + 1)$ 個有し、プリント基板に構成される前記巻線のうち、 $(N + 1)$ 個の巻線と残りの $N$ 個の巻線は互いに反対方向に巻回され、前記 $(2 \times N + 1)$ 個の巻線と前記円周状金属箔とを電氣的に直列に接続し、かつ前記円周状金属箔の巻回方向を前記残りの $N$ 個の巻線と同一方向として、これを帰路線としたログスキーコイルを有することを特徴とする。

## 【0028】

この発明によれば、従来の一般的なプリント基板製作技術によりプリント基板に形成する金属箔で巻線を構成し、奇数個の多重巻線構造のログスキーコイルを得、従来のプリント基板形ログスキーコイルと同等の誤差性能を達成した上で、従来のプリント基板形ログスキーコイルと同等の基板寸法で、多重巻回数に対応した倍数の2次出力電圧を得ることができ、従来のプリント基板形ログスキーコイルに対して耐ノイズ性を向上させる。

## 【0029】

請求項9に記載の発明は、中央に導体の貫通する開口部を有し、基板表面と、基板裏面と、これら基板表面と基板裏面とに挟まれた複数の基板内層とを有する多層構造のプリント基板を備え、前記基板表面と、基板裏面と、基板内層とに前記開口部の中心を略中心として広がる複数本の金属箔を形成し、任意の2層間の金属箔をプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした穴により電氣的に接続して複数の巻線を形成し、前記複数の巻線を直列に接続して送変電機器の主回路交流電流を検出し、その交流電流量を表すアナログ電圧信号を出力するログスキー

コイルと、前記アナログ電圧信号をデジタル電気信号に変換するアナログ／デジタル変換器と、そのデジタル電気信号をデジタル光信号に変換する電気／光変換器とを有し、前記ロゴスキーコイル近傍に配置されたセンサユニットと、前記デジタル光信号を伝送する光伝送手段とを有することを特徴とする。

#### 【0030】

この発明によれば、ロゴスキーコイルの出力電圧は、導体を流れる主回路交流電流の微分値に比例したアナログ電圧信号であり、センサユニットに入力される。センサユニット20に入力されたアナログ電圧信号は、アナログ／デジタル変換器でデジタル電気信号に変換され、さらに電気／光変換器でデジタル光信号に変換されて、光伝送手段を経由して保護制御装置などの上位システムに伝送される。

#### 【0031】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明による変流器の実施の形態について図面を参照して説明する。図1、図2、図3は本発明の第1の実施の形態による変流器のロゴスキーコイルの構成を示す図である。本実施の形態では、5層構成のプリント基板に巻線として2重巻線を形成した場合について説明する。

#### 【0032】

図1において、プリント基板7は基板表面11aと、基板裏面11bと、これら基板表面11aと基板裏面11bとに挟まれた三つの基板内層12a、12b、12cからなる5層構成のプリント基板である。プリント基板7は中央に主回路交流電流が通電する導体が貫通する円形の開口部9を有する。

#### 【0033】

図2は図1に示すプリント基板7を開口部9の中心軸方向から見た外形図である。

図3は図1に示すプリント基板7をIII-III線に沿って切断し、矢印方向に見た概略断面図である。

#### 【0034】

本実施の形態による変流器のロゴスキーコイル1は、プリント基板7の基板表

面 1 1 a (第 1 層) に開口部 9 の中心を略中心として放射状に広がる複数の直線形状の放射状金属箔 2 a が形成され、基板裏面 1 1 b (第 5 層) に同様の放射状金属箔 2 b が形成され、基板表面 1 1 a (第 1 層) の放射状金属箔 2 a と基板裏面 1 1 b (第 5 層) の放射状金属箔 2 b との間がプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした貫通穴 2 c によって電氣的に接続されている。

これら放射状金属箔 2 a、放射状金属箔 2 b、及び貫通穴 2 c によりプリント基板 7 に 1 つの巻線 2 が形成されている。

#### 【0035】

また、図 1 および図 2 では図示していないが、図 3 に示すように、プリント基板 7 の基板内層 1 2 a (第 2 層) に開口部 9 の中心を略中心として放射状に広がる複数の直線形状に形成された放射状金属箔 2 a' が形成され、基板内層 1 2 c (第 4 層) に同様の放射状金属箔 2 b' が形成され、基板内層 1 2 a (第 2 層) の放射状金属箔 2 a' と基板内層 1 2 c (第 4 層) の放射状金属箔 2 b' との間が、プリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした貫通穴 2 c' によって電氣的に接続されている。

#### 【0036】

これらの基板内層に形成された放射状金属箔 2 a'、放射状金属箔 2 b'、及び貫通穴 2 c' により、プリント基板 7 に前記巻線 2 とは別のもう 1 つの巻線 2' が形成され、プリント基板 7 に形成された巻線 2 および巻線 2' により 2 重巻線が形成されている。

#### 【0037】

また、プリント基板 7 の厚さ方向の略中央における基板内層 1 2 b (第 3 層) には、開口部 9 の中心を略中心とする円周状金属箔 3 a、および円周状金属箔 3 a' が形成されている。そして、この円周状金属箔 3 a と円周状金属箔 3 a' は、巻線 2 および巻線 2' に対する帰路線となるように電氣的に接続され、巻線 2、巻線 2'、円周金属箔 3 a、円周金属箔 3 a' は点 Q で電氣的に直列に接続されている。

#### 【0038】

図 2 においては、基板表面 1 1 a (第 1 層) の放射状金属箔 2 a は実線で示し

、基板裏面 11b（第 5 層）の放射状金属箔 2b は破線で示している。（第 2 層と第 4 層の放射状金属箔 2a' と 2b' は図示していない）また、円周状金属箔 3a と円周状金属箔 3a' は 2 点鎖線で示している。

#### 【0039】

また、基板表面 11a（第 1 層）の放射状金属箔 2a と基板裏面 11b（第 5 層）の放射状金属箔 2b から成る巻線 2 の囲む面積と、帰路線である円周状金属箔 3a の囲む面積とが等しくなるように、プリント基板 7 の基板内層 12b（第 3 層）における円周状金属箔 3a の半径が決定されている。また、基板内層 12a（第 2 層）の放射状金属箔 2a' と基板内層 12c（第 4 層）の放射状金属箔 2b' から成る巻線 2' の囲む面積と、帰路線である円周状金属箔 3a' の囲む面積とが等しくなるように、プリント基板 7 の基板内層 12b（第 3 層）における円周状金属箔 3a' の半径が決定されている。

#### 【0040】

これらのプリント基板においては、従来の一般的なプリント基板製作技術を用いることで巻線 2、巻線 2'、円周状金属箔 3a、及び円周状金属箔 3a' を十分正確な位置に製作することが可能である。

#### 【0041】

図 4 はプリント基板形ログスキーコイルのプリント基板 7 の具体的な外形図の一例である。プリント基板 7 の外形は正八角形で構成されており、正八角形の各頂点部分に取付け用のきり穴 10 を設けている。

以上のような構成を有する本発明の第 1 の実施の形態による変流器によれば、以下のような作用並びに効果が得られる。

#### 【0042】

すなわち、プリント基板に形成する金属箔で巻線を構成したプリント基板形ログスキーコイルにおいて、多重巻線構造のログスキーコイルを提供することが可能となるので、従来のプリント基板形ログスキーコイルと同等の誤差性能を達成した上で、従来のプリント基板形ログスキーコイルと同等の基板寸法で、多重巻回数に対応した倍数の 2 次出力電圧を得ることができる。従って、従来のプリント基板形ログスキーコイルに対して耐ノイズ性に優れた特性を有する。

**【0043】**

また、図18又は図19に示したように、導体に曲りが存在する場合やロゴスキーコイルの外部に導体が存在する場合、又は導体がロゴスキーコイルに対して斜め方向に配置されている場合等のように、ロゴスキーコイルの配置が原因でプリント基板7の中央の開口部9を貫通する方向の外部磁界が存在する場合がある。このような場合でも、複数の巻線の囲む面積の合計と、複数の帰路線の囲む面積の合計とが等しくなるよう円周状金属箔3a、3a'の半径を決定することにより外部磁界の影響を低減できる。

**【0044】**

従って、プリント基板7の中央の開口部9を貫通する方向の外部磁界が存在する場合でも、複数の巻線の囲む面積の合計と複数の帰路線の囲む面積の合計とが等しいので、外部磁界による磁束が鎖交するために複数の巻線に発生する電圧の合計と複数の帰路線に発生する電圧の合計は、大きさがほぼ同じで極性が逆となり、ほぼ相殺される。

このため、外部磁界により電流計測に影響を受けるのを防止し、高精度の電流測定が実現できる。

**【0045】**

また、プリント基板形ロゴスキーコイルでは、一般的なプリント基板製作技術を用いて、多重巻線および帰路線を正確な位置に容易に製作することができるので、安価に高精度のロゴスキーコイルを製作することができる。

**【0046】**

特に2重巻線、3重巻線構造のように、多重巻の回数が比較的少ない場合、帰路となる円周状金属箔も2本、3本と少ないので、複数の円周状金属箔を全て同一の基板内層に配置すれば、基板の層数を少なくすることが可能となり、プリント基板をより安価に製作できる。

**【0047】**

また、プリント基板7の外形を正八角形にすることによりプリント基板7の外形を加工費が安価な直線形状で工作できると同時に、正方形などの形状に対してロゴスキーコイルの取付けスペースを小さくすることができる。特に、プリント

基板の加工費が高価な外形を円形とした場合に比べ、正八角形であれば同程度の取付けスペースにすることができる。

#### 【0048】

なお、本実施の形態では、5層構成のプリント基板にコイルとして2重巻線を形成した場合を例として説明したが、7層構成のプリント基板にコイルとして3重巻線を形成した場合、また5重巻線、6重巻線…とより多重の巻線を構成することもでき、その場合も第1の実施の形態と同様な作用効果が得られる。

#### 【0049】

前記第1の実施の形態では、帰路線である円周状金属箔3a、3a'をいずれも基板内層12b（第3層）に形成した。これに対してプリント基板7を6層構造とし、円周状金属箔3aを第3層に、円周状金属箔3a'を第4層に形成することもできる。この場合、第1の実施の形態で第4層、第5層に形成した放射状金属箔は、それぞれ第5層、第6層に形成することになる。

#### 【0050】

なお、ここでは第1の実施の形態の変形を例に挙げたが、より多重の巻線構造の場合、例えば、3重巻線構造の場合、円周状金属箔は3本となるが、これを3層の基板内層にそれぞれ個別に形成しても良い。また、2本を同一の内層に形成し、もう1本を別の内層に形成しても良い。より多重の巻線構造の場合も同様である。

#### 【0051】

このような変形例においても第1の実施の形態と同様の作用効果が得られると共に、多重巻の回数が比較的多い場合、帰路線となる円周状金属箔を何層かの内層に分けて形成することにより、帰路線の囲む面積の調整を容易にできる利点を有する。ただし、コストダウンの観点から帰路線を構成する内層の数量をなるべく少なくすることが望ましいことは言うまでもない。

#### 【0052】

次に本発明の第2の実施の形態について図面を参照して説明する。図5、図6、図7は本発明の第2の実施の形態による変流器のロゴスキーコイルの構成を示す図である。本実施の形態では、8層構成のプリント基板に巻線として4重巻線

を形成した場合について説明する。

#### 【0053】

図5において、プリント基板7は基板表面11aと、基板裏面11bと、これら基板表面11aと基板裏面11bとに挟まれた六つの基板内層12a、12b、12c、12d、12e、12fからなる8層構成のプリント基板である。プリント基板7は中央に主回路交流電流が通電する導体が貫通する円形の開口部9を有する。

#### 【0054】

図6は図5に示すプリント基板7を開口部9の中心軸方向から見た外形図である。

図7は図5に示すプリント基板7をVII-VII線に沿って切断し、矢印方向に見た概略断面図である。

#### 【0055】

本実施の形態による変流器のロゴスキーコイル1は、プリント基板7の基板表面11a（第1層）に開口部9の中心を略中心として放射状に広がる複数の直線形状に形成された放射状金属箔2a-1が形成され、基板内層12a（第2層）に同様の放射状金属箔2b-1が形成され、基板表面11a（第1層）の放射状金属箔2a-1と基板内層12a（第2層）の放射状金属箔2b-1との間がプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした貫通穴2c-1によって電氣的に接続されている。

#### 【0056】

これら放射状金属箔2a-1、放射状金属箔2b-1、及び貫通穴2c-1によりプリント基板7に1つの巻線2-1が形成されている。

また、図5および図6では図示していないが、図7に示すように、プリント基板7の基板内層12b（第3層）に開口部9の中心を略中心として放射状に広がる複数の直線形状に形成された放射状金属箔2a-2が形成され、基板内層12c（第4層）に同様の放射状金属箔2b-2が形成され、基板内層12b（第3層）の放射状金属箔2a-2と基板内層12c（第4層）の放射状金属箔2b-2との間がプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした貫通穴2c-2によっ

て電氣的に接続されている。

#### 【0057】

これらの基板内層に形成された放射状金属箔 2 a - 2、放射状金属箔 2 b - 2、及び貫通穴 2 c - 2 によりプリント基板 7 に前記第 1 の巻線 2 - 1 とは別の第 2 の巻線 2 - 2 が形成されている。

#### 【0058】

同様にプリント基板 7 には前記第 1 の巻線 2 - 1、第 2 の巻線 2 - 2 と同様に構成された第 3 の巻線 2 - 3、第 4 の巻線 2 - 4 が形成されており、プリント基板 7 には 4 重巻線が形成されている。

#### 【0059】

図 6 において、基板表面 1 1 a (第 1 層) の放射状金属箔 2 a - 1 は実線で示し、基板内層 1 2 a (第 2 層) の放射状金属箔 2 b - 1 は破線で示している。(第 3 層から第 8 層の放射状金属箔 2 a - 2 から 2 b - 4 は図示していない)

ここで、巻線 2 - 1 と巻線 2 - 3 とは図 6 で開口部 9 の中心軸を中心として図示時計周りに巻回して巻線を形成している。一方、巻線 2 - 2 と巻線 2 - 4 は図 6 で開口部 9 の中心軸を中心として図示半時計周りに巻回して巻線を形成している。巻線 2 - 1、巻線 2 - 2、巻線 2 - 3、巻線 2 - 4 は電氣的に直列に接続されている。

#### 【0060】

また、巻線 2 - 1 と巻線 2 - 3 の囲む面積の合計と、巻線 2 - 2 と巻線 2 - 4 の囲む面積の合計とが等しくなるように各巻線の形状を決定している。

以上のような構成を有する本発明の第 2 の実施の形態による変流器によれば、以下のような作用並びに効果が得られる。

#### 【0061】

すなわち、プリント基板に形成する金属箔で巻線を構成したプリント基板形ロゴスキーコイルにおいて、多重巻線構造のロゴスキーコイルを提供することが可能となるので、従来のプリント基板形ロゴスキーコイルと同等の誤差性能を達成した上で従来のプリント基板形ロゴスキーコイルと同等の基板寸法で、多重巻回数に対応した倍数の 2 次出力電圧を得ることができる。従って、従来のプリント

基板形ロゴスキーコイルに対して耐ノイズ性に優れた特性を有する。

#### 【0062】

また、本実施の形態における変流器のロゴスキーコイルでは、プリント基板7に形成された一方の方向（時計周り）に巻回した巻線2-1、2-3が、図14に示す従来のロゴスキーコイルの巻線2に相当し、その反対方向（半時計周り）に巻回した巻線2-2、2-4が、従来の帰路線3に相当することとなる。外部磁界の影響を低減するためには一方の方向に巻回した複数の巻線が囲む面積の合計と、その反対方向に巻回した複数の巻線が囲む面積の合計がほぼ等しくなるように設計すれば良く、これは一般的なプリント基板技術を用いて、正確な巻線を容易に製作することが可能である。

#### 【0063】

従って、プリント基板7の中央の開口部9を貫通するような外部磁界が存在する場合でも、外部磁界により鎖交する磁束 $\Phi$ は互いに反対方向に巻回した複数の巻線においてほぼ共通である。そのため、磁束 $\Phi$ により互いに反対方向に巻回した複数の巻線のそれぞれに発生する電圧は相殺されるため、外部磁界により電流計測に影響を受けるのを防止し、高精度の電流測定が実現できる。

#### 【0064】

なお、本実施の形態では、8層構成のプリント基板に巻線として4重巻線を形成した場合を例として説明したが、6重巻線、8重巻線…とより多重の巻線（ただし偶数のみ）を構成することもでき、その場合も第2の実施の形態と同様な作用効果が得られる。

#### 【0065】

また、本実施の形態では4重巻線に対して時計周りの巻回方向の巻線と半時計周りの巻回方向の巻線を交互に形成したが、第1と第2の巻線を時計周りに巻回し、第3と第4の巻線を半時計周りに巻回するように構成する場合でも同様な作用効果が得られる。

#### 【0066】

さらに（ $2 \times N$ ）個の巻線のうち、 $N$ 個の巻線を時計周りに巻回し、残りの $N$ 個の巻線を半時計周りに巻回する限りにおいてはそれらを任意の順番で積層して

も同様な作用効果が得られる。

#### 【0067】

次に本発明の第3の実施の形態について図面を参照して説明する。図8は本発明の第3の実施の形態による変流器のロゴスキーコイルの構成を示す図である。

本実施の形態では、8層構成のプリント基板に巻線として4重巻線を形成した場合について説明する。

#### 【0068】

図8において、プリント基板7は基板表面11aと、基板裏面11bと、これから基板表面11aと、基板裏面11bとに挟まれた六つの基板内層12a、12b、12c、12d、12e、12f、からなる8層構成のプリント基板である。プリント基板7は中央に主回路交流電流が通電する導体が貫通する円形の開口部9を有する。

#### 【0069】

図示のごとく、プリント基板7の基板表面11a（第1層）に開口部9の中心を略中心として放射状に広がる複数の直線形状に形成された放射状金属箔2a-1が形成され、基板内層12c（第4層）に同様の放射状金属箔2b-1が形成され、基板表面11a（第1層）の放射状金属箔2a-1と基板内層12c（第4層）の放射状金属箔2b-1との間がプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした貫通穴2c-1によって電氣的に接続されている。

これら放射状金属箔2a-1、放射状金属箔2b-1、及び貫通穴2c-1によりプリント基板7に時計方向に巻回した第1の巻線2-1が形成されている。

#### 【0070】

同様に、プリント基板7の基板内層12a（第2層）に開口部9の中心を略中心として放射状に広がる複数の直線形状に形成された放射状金属箔2a-2が形成され、基板内層12b（第3層）に同様の放射状金属箔2b-2が形成され、基板内層12a（第2層）の放射状金属箔2a-2と基板内層12b（第3層）の放射状金属箔2b-2との間がプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした貫通穴2c-2によって電氣的に接続されている。これらの基板内層に形成された放射状金属箔2a-2、放射状金属箔2b-2、及び貫通穴2c-2により、

プリント基板 7 に時計方向に巻回した第 2 の巻線 2 - 2 が形成されている。

#### 【0 0 7 1】

時計方向に巻回した巻線 2 - 1 と巻線 2 - 2 は電氣的に直列に接続され、1 組の 2 重巻線 2 X - 1 を形成している。

同様の構成でプリント基板 7 には半時計周りに巻回した第 3 の巻線 2 - 3 と第 4 の巻線 2 - 4 が形成されており、巻線 2 - 3 と巻線 2 - 4 は電氣的に直列に接続されもう 1 組の 2 重巻線 2 X - 2 を形成している。

ここで、1 組目の 2 重巻線 2 X - 1 ともう 1 組の 2 重巻線 2 X - 2 は互いに鏡像対象の関係になるように巻線を構成している。

#### 【0 0 7 2】

互いに鏡像関係にある 2 つの 2 重巻線 2 X - 1 と 2 X - 2 は電氣的に直列に接続されている。

以上のような構成を有する本発明の第 3 の実施の形態による変流器によれば、第 2 の実施の形態による変流器の作用効果に加えて以下の効果が得られる。

#### 【0 0 7 3】

すなわち、プリント基板 7 に形成された一方の方向（時計周り）に巻回した 1 組の多重巻線 2 X - 1 が、図 1 4 に示す従来のロゴスキーコイルの巻線 2 に相当し、その反対方向（半時計周り）に巻回したもう 1 組の多重巻線 2 X - 2 が従来の帰路線 3 に相当することとなる。本発明では一方の方向（時計周り）に巻回した 1 組の多重巻線 2 X - 1 と、その反対方向（半時計周り）に巻回したもう 1 組の多重巻線 2 X - 2 とは互いに鏡像関係にあるので、2 つの多重巻線 2 X - 1、2 X - 2 が囲む面積を非常に正確に等しくできる。従って、プリント基板 7 の中央の開口部 9 を貫通するような外部磁界が存在する場合でも外部磁界による 2 つの多重巻線が鎖交する磁束  $\Phi$  は共通であり、そのため、磁束  $\Phi$  により 2 つの巻線のそれぞれに発生する電圧は相殺されるため、外部磁界により電流計測に影響を受けるのを防止し、高精度の電流測定が実現できる。

#### 【0 0 7 4】

なお、本実施の形態では、8 層構成のプリント基板に巻線として 4 重巻線を形成した場合を例として説明したが、6 重巻線、8 重巻線…とより多重の巻線（た

だし偶数のみ)を構成することもでき、その場合も同様な効果が得られる。

#### 【0075】

次に本発明の第4の実施の形態について図面を参照して説明する。第4の実施の形態は、第2の実施の形態のロゴスキーコイル1の構成を変形した実施例で、図9に示すプリント基板の概略断面図を用いて説明する。

#### 【0076】

本実施の形態では、7層構成のプリント基板に巻線として3重巻線を形成した場合について説明する。

図9において、プリント基板7は基板表面11aと、基板裏面11bと、これら基板表面11aと基板裏面11bとに挟まれた五つの基板内層12a、12b、12c、12d、12eからなる7層構成のプリント基板である。プリント基板7は中央に主回路交流電流が通電する導体が貫通する円形の開口部9を有する。

#### 【0077】

図示のごとく、ロゴスキーコイル1は、プリント基板7の表面基板11a(第1層)に開口部9の中心を略中心として放射状に広がる複数の直線形状に形成された放射状金属箔2a-1が形成され、基板内層12a(第2層)に同様の放射状金属箔2b-1が形成され、表面基板11a(第1層)の放射状金属箔2a-1と基板内層12a(第2層)の放射状金属箔2b-1との間がプリント基板を厚さ方向に貫通するメッキした貫通穴2c-1によって電氣的に接続されている。

これら放射状金属箔2a-1、放射状金属箔2b-1、及び貫通穴2c-1によりプリント基板7に第1の巻線2-1が形成されている。

#### 【0078】

同様にプリント基板7の基板内層12b(第3層)と基板内層12c(第4層)の間に第2の巻線2-2が形成され、基板内層12e(第6層)と裏面基板11b(第7層)との間に第3の巻線2-3が形成されている。

#### 【0079】

これによりプリント基板7に巻線2-1、巻線2-2、及び巻線2-3により

3重巻線が形成されている。

また、プリント基板7の厚さ方向の略中央における基板内層12dには、開口部9の中心を略中心とする円周状金属箔3aが形成されている。

#### 【0080】

ここで巻線2-1はプリント基板7に図示時計周りに巻回され、巻線2-3は図示半時計周りに巻回されている。

巻線2-3は巻線2-1に対する帰路線として作用するように形成する。すなわち、巻線2-1が囲む面積と巻線2-3が囲む面積が等しくなるように巻線を形成する。

#### 【0081】

一方、円周状金属箔3aは、巻線2-2に対する帰路線となるように形成する。すなわち、巻線2-2の囲む面積と、帰路線である円周状金属箔3aの囲む面積とが等しくなるようにプリント基板7の基板内層12dにおける円周状金属箔3aの半径が決定されている。

#### 【0082】

このように形成した巻線2-1、巻線2-2、円周状金属箔3a、巻線2-3は電氣的に直列に接続されている。

以上のような構成を有する第4の実施の形態による変流器においては、第2の実施の形態による変流器の作用効果に加えて以下の効果が得られる。

#### 【0083】

すなわち、本発明の第2の実施の形態は、その適用対象は多重巻線の数量が偶数個の場合に適用が限定されるが、本実施の形態は多重巻線の数量が奇数の場合に実施し得るものである。多重巻線の数量が奇数、すなわち $(2 \times N + 1)$ の場合、互いに反対方向に巻回する $2 \times N$ 個の巻線2-1、2-3に関して第2の実施の形態の考え方を適用して外部磁界による誤差の低減を行うことができる。残る1つの巻線2-2に関しては、第1の実施の形態の考え方を適用して帰路線にあたる円周状金属箔3aが囲む面積を調整することにより外部磁界による誤差の低減を行うことができる。

#### 【0084】

従って、プリント基板 7 の中央の開口部 9 を貫通するような外部磁界が存在する場合でも外部磁界により電流計測に影響を受けるのを防止し、高精度の電流測定を実現ができる。

#### 【0085】

なお、本実施の形態では、7 層構成のプリント基板に巻線として 3 重巻線を形成した場合を例として説明したが、9 重巻線、11 重巻線…とより多重の巻線（ただし奇数のみ）を構成した場合でも同様な効果が得られる。

#### 【0086】

次に本発明の第 5 の実施の形態について図面を参照して説明する。第 5 の実施の形態は、第 1 乃至第 4 の実施の形態のログスキーコイル 1 の構成を変形した実施例である。従って、適用するプリント基板 7 の構成は第 1 乃至第 4 の実施の形態のいずれかのプリント基板の構成と同様であるので説明を省略する。

#### 【0087】

図 10 において、ログスキーコイル 1 は上述した第 1 乃至第 4 のいずれかの実施の形態におけるプリント基板 7 が複数枚設けられ、それらが、各プリント基板 7 の中央の開口部 9 の中心軸が一致するように密着して固定されている。また、各プリント基板 7 は、電氣的に直列に接続されて構成されている。

このような構成を有する第 5 の実施の形態による変流器においては、第 1 乃至第 4 の実施の形態の変流器の作用効果に加えて、以下の効果が得られる。

#### 【0088】

すなわち、ログスキーコイル 1 の出力電圧として各プリント基板 7 の出力が加算され、単位電流、単位周波数当たりの出力電圧がプリント基板 7 の枚数分だけ倍増して現れる。

#### 【0089】

従って、本実施の形態によれば、巻線の囲む面積と帰路線の囲む面積とが等しいという関係を保持した状態で、単位電流、単位周波数当たりの出力電圧、すなわちログスキーコイル 1 の感度を調整することができる。そのため、外部磁界により電流計測に影響を受けるのを防止しつつ後述するセンサユニットにおける処理に適したレベルの出力電圧を容易に得ることができる。

**【 0 0 9 0 】**

次に本発明の第 6 の実施の形態について図面を参照して説明する。図 1 1 は、本発明による変流器のシステム構成図である。同図において変流器は導体 5 が貫通して取付けたロゴスキーコイル 1 と、ロゴスキーコイル 1 の近傍に配置されるセンサユニット (S U) 2 0 と、光伝送手段 3 0 とから構成される。

ロゴスキーコイル 1 とセンサユニット 2 0 との間は、ツイストペア電線 3 1 で接続されている。

**【 0 0 9 1 】**

ロゴスキーコイル 1 の構成は前記第 1 乃至第 5 の実施の形態のいずれかのプリント基板 7 の構成を適用したロゴスキーコイルと同様の構成であるのでここでは説明を省略する。

**【 0 0 9 2 】**

センサユニット 2 0 は、ロゴスキーコイル 1 からツイストペア電線 3 1 を介して入力されたアナログ電圧信号をアナログ信号処理する積分回路 2 1 と、アナログ／デジタル変換する前段で折り返し誤差を低減させるために高調波をカットオフするローパスフィルタ (L P F) 2 2 と、アナログ電圧信号をデジタル電気信号に変換するアナログ／デジタル変換器 2 3 (以下 A／D 変換器と略称する) と、デジタル電気信号に関わる処理を行う P L D (Programable Logic Device) 2 4 と、C P U (Central Processing Unit) 2 5 と、デジタル電気信号をデジタル光信号に変換して出力する電気／光変換器 2 6 (以下 E／O 変換器と略称する) と、電源回路 2 7 とから構成されている。

**【 0 0 9 3 】**

電源回路 2 7 は、図示していない変電所共通電源などから供給される D C 1 1 0 V (D C 4 8 V や D C 2 2 0 V などでも良い。一般には変電所の標準電源に合わせる) から、D C  $\pm$  5 V、D C  $\pm$  3 . 3 V など、センサユニット 2 0 の動作に必要な電圧を作る。また、図示していないが、センサユニット 2 0 はバッテリーなどのバックアップ電源を有しても良い。

**【 0 0 9 4 】**

なお、同図ではセンサユニット 2 0 に接続されるロゴスキーコイルは 1 チャン

ネルであるが、必ずしも入力は1チャンネルである必要はなく、例えば3相一括型GISの場合は、U相、V相、W相の3相分のログスキーコイル出力を1つのセンサユニットに入力する形態としても良い。この場合のセンサユニット20の構成は、積分器とLPF22とから成るアナログ入力回路は入力チャンネル分の回路を構成し、A/D変換器23は1つとして、アナログマルチプレクサで多チャンネル入力を切り替えてアナログ/デジタル変換する構成とする。

#### 【0095】

PLD24以下の構成は1チャンネル入力の場合と同様である。なお、各ログスキーコイル1とセンサユニット20との各入力端子間は、各々1対1でツイストペア電線31で接続される。

#### 【0096】

光伝送手段30は、センサユニット20からのデジタル光信号を保護制御装置などの上位システムに伝送する。図示していないが、光伝送路30は1対1の通信路としても良いし、LANにより接続される構成としても良い。

#### 【0097】

以上のような構成を有する本発明の第6の実施の形態による変流器システムによれば、第1乃至第5の実施の形態の変流器の作用効果に加えて、以下に示す作用効果が得られる。

#### 【0098】

ログスキーコイル1の出力電圧は、導体5を流れる主回路交流電流の微分値に比例したアナログ電圧信号であり、ツイストペア電線31を介してセンサユニット20に入力される。センサユニット20に入力されたアナログ電圧信号は、積分回路21で積分されて主回路交流電流に比例したアナログ電気信号となる。次にローパスフィルタ21で折り返し誤差要因となる高調波成分がカットされてA/D変換器23でデジタル電気信号に変換される。デジタル電気信号に関わる処理はPLD24及びCPU25で行う。PLD24はA/D変換器のタイミング信号（同期信号）の生成、制御信号の生成、CPU25とのデータの受け渡しなどの処理を行う。CPU25はデジタル電気信号を、例えばマンチェスター符号などの伝送フォーマットに変換する。この際、伝送フォーマットにはCRC符号

(Cyclic Redundancy Check)や反転2重化符号を付加して伝送信頼性の向上を図ることができる。P L D 2 4 と C P U 2 5 で処理されたデジタル電気信号はE/O変換器26でデジタル光信号に変換されて、光伝送手段30経由で保護制御装置などの上位システムに伝送される。

#### 【0099】

第1乃至第5の実施の形態で説明した本発明の変流器におけるログスキーコイル1はプリント基板で構成しているため、多重巻線構造を採用しているとも言ってもその2次出力電圧の上限は数V/kA程度であり、2次出力電圧を長距離伝送することは耐ノイズ性の面で問題がある。しかし、本実施の形態ではログスキーコイル1の2次出力電圧をデジタル光信号に変換するセンサユニット20をログスキーコイル1（プリント基板7）の近傍に配置しているので、アナログ電気信号として伝送される距離はせいぜい1m以下であり、外部ノイズの影響による信号品質劣化の問題を回避できる。特に、ログスキーコイル1とセンサユニット20の間はツイストペア電線31で接続しているので、ログスキーコイル1の微弱なアナログ電圧出力がログスキーコイル1とセンサユニット20間の伝送時に受ける、外部磁界による電磁誘導の影響を小さくすることができる。

#### 【0100】

センサユニット20と電気所本館の保護制御装置との間は、デジタル光信号で伝送されるので、長距離伝送においてもノイズの影響による信号劣化はなく、高品質な交流電流量を保護制御装置に提供できる。

#### 【0101】

また、本発明におけるプリント基板形ログスキーコイルは多重巻線構造を採用しているので、従来のプリント基板形ログスキーコイルを使用した場合よりも数倍大きいログスキーコイル2次出力電圧をセンサユニットに入力できる。従って、センサユニットのS/Nの向上が容易であり、従来以上に高品質な交流電流量を保護制御装置に提供できる。

#### 【0102】

なお、C P U 2 5 で主回路交流電流量を表すデジタル電気信号にデジタルフィルタをかけても良いし、ログスキーコイル1のバラツキや、積分回路、ローパス

フィルタ回路などアナログ回路のバラツキを補正する（感度補正、および位相補正する）ようにソフトを構成しても良い。また、従来 B C U (Bay Control Unit) などの上位システムで行っていた主回路電流の実効値の演算を行い、上位システムに伝送しても良い。

また、図示していないが、センサユニット 2 0 に温度センサを設けて、温度補正計算を C P U 2 5 で行っても良い。

#### 【 0 1 0 3 】

本発明の構成では、センサユニット 2 0 はログスキーコイル 1 の近傍に配置するので、センサユニット 2 0 で測定する温度はログスキーコイル 1 の周囲温度と略等しいとみなせ、木目細かい温度補正が可能である。

#### 【 0 1 0 4 】

さらに、本発明の付帯的な効果として、以下に示す効果が得られる。すなわち、従来、保護制御装置に実装していた変電機器本体間との入出力回路が削除でき、且つ、入出力が全て通信経路となり、大電圧、大電流を扱う回路が存在しなくなるため、保護制御装置のハードウェア構成としては保護制御機能进行处理するためのデジタル演算処理部と通信処理を行う通信部のみで構成でき、大幅にハードウェア削減が可能となる。

#### 【 0 1 0 5 】

さらに、本発明の変流器は C P U による演算機能を持っているので、従来保護制御装置で行っていた演算の一部を代行することができ、保護制御装置側の演算負担を軽減することができる。さらに、変流器が保護制御装置で行っていた演算の一部を分担することにより生じる保護制御装置の C P U の空き時間を利用して、保護制御装置はさらに高度な保護制御演算や監視機能を実装することができるようになるので、保護制御システム全体としてのパフォーマンスを向上することができる。

#### 【 0 1 0 6 】

次に本発明の第 7 の実施の形態について図面を参照して説明する。図 1 2 は、本発明の第 7 の実施形態による変流器のシステム構成図である。同図において変流器は導体 5 が貫通して取付けたログスキーコイル 1 と、ログスキーコイル 1 の

近傍に配置されるセンサユニット（SU）20と、光伝送手段30と、複数のセンサユニット20から伝送されるデジタル光信号を統合する統合ユニット（MU）40から構成される。

#### 【0107】

同図においてロゴスキーコイル1の構造は第1乃至第5の実施の形態のロゴスキーコイルのうちいずれを使用しても良いので説明を省略する。また、センサユニット（SU）20の構成は第6の実施の形態で説明した図11の構成と同じなので説明を省略する。

統合ユニット（MU）40の構成例を図12を用いて説明する。センサユニット20と統合ユニット40は光伝送手段32で接続されている。

#### 【0108】

統合ユニット40は、各センサユニット20からのデジタル光信号を入力して第2のデジタル電気信号に変換する光／電気変換器41（以下O／E変換器と略称する）と、第2のデジタル電気信号を統合して電気統合伝送信号を生成する統合手段42と、上位システムとの通信インターフェース46と、電気統合伝送信号を第2のデジタル光信号に変換する第2の電気／光変換器47（以下第2のE／O変換器と略称する）と、電源回路49などから構成されている。

#### 【0109】

統合手段42は、PLD43、CPU44、同期手段45などから構成されている。上位システムと接続するO／E変換器48は、上位システムから光信号として送信される同期信号を電気同期信号に変換するものである。

#### 【0110】

電源回路49は、変電所共通電源50などから供給されるDC110V（DC48VやDC220Vなどでも良い。一般的には変電所の標準電源に合わせる）から、DC±5V、DC±3.3Vなど、統合ユニット40の動作に必要な電圧を作る。また、図示していないが、統合ユニット40はバッテリーなどのバックアップ電源を有しても良い。

#### 【0111】

統合ユニット40に接続するセンサユニット20からの交流電流量の情報を含

むデジタル光信号は、相単位で統合伝送信号に統合する場合や、回線単位で統合伝送信号に統合する場合や、保護制御単位で統合伝送信号に統合する場合や、保護制御単位の中で2つ以上の統合伝送信号に統合する場合などさまざまなバリエーションが考えられる。統合ユニットにおける信号の統合は、ある決まった形式の統合伝送信号に統合することに限定されるものではなく、変電所のレイアウトや保護制御装置のシステム構成などに応じて最適な形式の統合伝送信号に統合するものである。

以上のような構成を有する本発明の第7の実施の形態による変流器システムによれば、以下のような作用効果が得られる。

#### 【0 1 1 2】

ロゴスキーコイル1とセンサユニット20の作用効果については、第1乃至第6の実施の形態で説明した作用効果と同様なので、説明を省略する。

統合ユニット40は、O/E変換器41で各センサユニット20からのデジタル光信号を受信して第2のデジタル電気信号に変換する。統合手段42は、各第2のデジタル電気信号を統合して電気統合伝送信号を生成する。この電気統合伝送信号を通信インターフェース46とE/O変換器47で、第2のデジタル光信号に変換して保護制御装置などの上位システムへ伝送する。

#### 【0 1 1 3】

次に、統合手段42の作用について詳細に説明する。O/E変換器41で変換された第2のデジタル電気信号は、PLD43でCPU44とのデータ受け渡しが行われる。この時、PLD43は第2のデジタル電気信号に付加されているCRC符号や反転2重化符号のチェックを行い、伝送エラーを検出する。

#### 【0 1 1 4】

同期手段45は、上位システムから送信される変電所共通の時刻同期用基準信号と基準時刻データを受信し、サンプリング同期信号とタイムスタンプ用の時刻データを抽出、生成する。

#### 【0 1 1 5】

CPU44は、各センサユニット20から受信した第2のデジタル電気信号から交流電流量のデジタル値を取り出し、各センサユニット間のサンプリング同期

のずれをサンプリング同期信号に基づいて同期補完演算を行い、同期補完演算後の交流電流デジタル値にタイムスタンプやCRC符号など必要な情報を付加して統合伝送信号を生成する。また、CPU 4 4 はセンサユニット 2 0 の異常監視、および統合ユニット 4 0 の自己異常監視を行い、異常が生じた場合に上位システムに警報を送信する。なお、センサユニット 2 0 の異常監視とは、例えば、センサユニット 2 0 の電源異常監視やA/D変換器の精度監視、アナログ回路監視などである。

#### 【0 1 1 6】

図 1 3 は保護制御単位であるところの回線単位内の複数の交流電流量を 1 つの統合伝送信号として送信する場合のシステム構成例である。同図は単母線構成 1 0 5 の単相形開閉装置の線路回線 1 0 1 の例であり、3 相結線図で図示している。ロゴスキーコイル 1 は遮断器 1 0 2 の両側に導体 5 を貫通して取付けられており、各々のロゴスキーコイル 1 の近傍にセンサユニット 2 0 が取付けられている。各センサユニット 2 0 a 1 ~ 2 0 a 3、2 0 b 1 ~ 2 0 b 3 と統合ユニット 4 0 は光伝送手段 3 2 で接続されている。統合ユニット 4 0 と保護制御装置などの上位システム 1 0 4 は第 2 の光伝送手段 1 0 3 で接続されている。統合ユニット 4 0 は、遮断器の両側に取付けられた線路回線 1 0 1 の全てのセンサユニット 2 0 a 1 ~ 2 0 a 3、2 0 b 1 ~ 2 0 b 3 から伝送される交流電流量のデジタル値（デジタル光信号）を統合伝送信号に統合して、上位システム 1 0 4 へ伝送する。

#### 【0 1 1 7】

このように現場の変電機器本体の近傍に配置する統合ユニット 4 0 によって保護制御単位で交流電流量情報を伝送することができるので、伝送手段を効率よく運用することができる。統合ユニット 4 0 と電気所本館の保護制御装置との間は、デジタル光信号で伝送されるので、長距離伝送においてもノイズの影響による信号劣化は無く、高品質な交流電流量を保護制御装置に提供できる。

また、現場の変電機器と電気所本館の保護制御装置間を接続する大量の電気ケーブルを大幅に削減できるので、機器据付工事の据付時間、コストを低減できる。

**【0 1 1 8】**

加えて、本発明の付帯的な効果として以下に示す効果が得られる。すなわち、従来、保護制御装置に実装していた変電機器本体間との入出力回路が削除でき、且つ、入出力が全て通信経路となり、大電圧、大電流を扱う回路が存在しなくなるため、保護制御装置のハードウェア構成としては保護制御機能进行处理するためのデジタル演算処理部と通信処理を行う通信部のみで構成でき、大幅にハードウェア削減が可能となる。

**【0 1 1 9】**

さらに、本発明の変流器はCPUによる演算機能を持っているので、従来保護制御装置で行っていた演算の一部を代行することができ、保護制御装置側の演算負担を軽減することができる。さらに、変流器が保護制御装置で行っていた演算の一部を分担することにより生じる、保護制御装置のCPUの空き時間を利用して、保護制御装置はさらに高度な保護制御演算や監視機能を実装することができるようになるので、保護制御システム全体としてのパフォーマンスを向上することができる。

**【0 1 2 0】**

なお、交流電流量のデジタル値の統合伝送信号への統合は、前述したように必ずしも1つの統合伝送信号に統合することに限定されるものではない。以下に2つの統合伝送信号に統合する場合の一例を説明する。

**【0 1 2 1】**

図13で遮断器102の母線105側に取付けられたロゴスキーコイル1aによる交流電流量は、図示していない線路保護継電器の保護演算に使用する。一方、遮断器102の図示していない送電線側に取付けられたロゴスキーコイル1bによる交流電流量は、図示していない母線保護継電器の保護演算に使用する。保護継電器側で送信される電流量の種類の判別をしなくても良いように、線路保護継電器には、センサユニット20a1～20a3から伝送される交流電流量を第1の統合伝送信号に統合して線路保護継電器に伝送する。一方、母線保護継電器には、センサユニット20b1～20b3から伝送される交流電流量を第2の統合伝送信号に統合して母線保護継電器に伝送する。

**【0 1 2 2】**

このような形式で統合伝送信号を生成する方式は、特に統合ユニット 4 0 と上位システム 1 0 4 の各装置（線路保護継電器、母線保護継電器、B C U など）間を 1 対 1 の伝送路で接続する構成とした場合に有効である。

**【0 1 2 3】**

次に、本発明の実施の形態の変形例を説明する。第 6 の実施形態の説明で、センサユニット 2 0 の C P U 2 5 の各種演算機能について説明したが、このうち、センサユニット 2 0 と統合ユニット 4 0 間のデータ伝送に関わる演算を除く、各種演算機能（感度補正、位相補正など）については、その一部、もしくは全ての演算を統合ユニット 4 0 の C P U 4 4 で行っても良い。

**【0 1 2 4】**

このような変形例においても第 7 の実施形態と同様な作用効果が得られることは明らかである。この場合、センサユニット 2 0 はロゴスキーコイル 1 の出力であるアナログ電圧信号をデジタル光信号に変換し、光伝送手段 3 0 を経由してデータを統合ユニット 4 0 に送信する機能を持てば良いので、センサユニット 2 0 の C P U 2 5 を削除することができる。従って、センサユニット 2 0 の構成は、極めてシンプルなハード構成となる。

**【0 1 2 5】**

なお、センサユニット 2 0 の C P U 2 5 が不要とは高精度な C P U 相当の制御 L S I が不要という意味であり、アナロ／デジタル変換に必要な制御や光伝送手段を実現するために必要な最低限の制御手段の実装は必要である。この点については、例えば P L D 2 4 による制御、もしくはそれを実現するために汎用ロジック I C を組み合わせることによってそのような制御の実現が可能である。

**【0 1 2 6】**

さらにまた、本実施の形態の別の変形例を説明する。第 7 の実施の形態では、センサユニット 2 0 で行うアナログ電圧信号のアナログ／デジタル変換のサンプリングタイミングを各センサユニット 2 0 間では非同期とし、統合ユニット 4 0 の C P U 4 4 で上位システムから伝送されるサンプリング同期信号に基づいて同期補完演算を行う構成とした。これに対して、サンプリング同期信号を統合ユニ

ット 4 0 からセンサユニット 2 0 に伝送し、センサユニット 2 0 では、このサンプリング同期信号に基づいてアナログ／デジタル変換のサンプリングを行う構成とすることができる。すなわち、センサユニット 2 0 におけるサンプリングタイミングは、変電所共通の時刻同期基準信号に同期させることができる。

#### 【0 1 2 7】

この場合、統合ユニット 4 0 からセンサユニット 2 0 へのサンプリング同期信号の伝送は光伝送で行う。図示しないが、センサユニット 2 0 と統合ユニット 4 0 には、それぞれサンプリング同期信号伝送用の光伝送手段がハードとして追加される。この場合もセンサユニット 2 0 は CPU 2 5 を有する構成、有しない構成いずれの構成も採用できることは明白であるが、いずれの場合でも、タイムスタンプの付加は統合ユニット 4 0 の CPU 4 4 で実現することが効率的である。

#### 【0 1 2 8】

このような変形例においても第 7 の実施の形態と同様な作用効果に加えて以下の作用効果がある。本変形例によれば、通常複数配置される各センサユニット 2 0 間におけるアナログ電圧信号のサンプリングタイミングは、変電所共通の時刻同期基準信号に合わせて同期が取れている。従って、統合ユニット 4 0 の CPU 4 4 はサンプリング同期補完演算をする必要がなくなり、CPU 4 4 の負荷が軽くなると共に、ソフトウェアの開発負担が軽減される。

#### 【0 1 2 9】

なお、本変形例では、変電所共通の時刻同期基準信号を統合ユニット 4 0 経由でセンサユニット 2 0 へ伝送する構成としたが、変電所共通の時刻同期基準信号をセンサユニット 2 0 に直接伝送するハード構成とした場合も同様な効果が得られることは明白である。

#### 【0 1 3 0】

なお、本発明は上記のような実施の形態に限定されるものではなく、例えば、請求項 1 2 を包含する変流器として、統合ユニットと上位システムの各装置（回線保護継電器、母線保護継電器、BCU など）間とが 1 対 1 の伝送路により接続された実施の形態も包含する。このような実施形態によれば、本発明の変流器と上位システム間の伝送情報が単純化できるため、システム全体を単純化すること

が可能となる。この場合の統合ユニットにおいて生成する統合伝送信号は、回線保護継電器、母線保護継電器など、送信先に応じて複数生成するように構成することが効率的な場合が多い。

#### 【0131】

また、請求項14を包含する変流器として、統合ユニットと上位システムの各装置（回線保護継電器、母線保護継電器、BCUなど）間とがLAN（ローカルエリアネットワーク）により接続された実施の形態も包含する。このような実施形態によれば、本発明の変流器と上位システム間の伝送情報が1つのLAN上を伝送されるようになるため、1つの情報を各所で共有化することができ、接続部の構成も標準化を図ることができる。

#### 【0132】

また、本発明の変流器システム全体の信頼性の向上のために、ログスキーコイル、センサユニット、統合ユニットを2重化する構成とすることができる。冗長構成については、全てのコンポーネントを完全に2重化して各々の相互運用を図る構成、各々のコンポーネントの完全独立2重化構成、一部2重化構成など、さまざまな構成が考えられる。これについては、本発明の変流器を適用するシステムが要求する信頼度とコストバランスによって決定されるものであり、ある1つの冗長構成に限定するものではない。

#### 【0133】

また、本発明は電子化された変流器に関するものであるが、その発明の一部については、電子化された計器用変圧器を組み合わせて適用できるものである。すなわち、採用する計器用変圧器が電子化された計器用変圧器であり、かつデジタル化された出力を有する場合、もしくは電子化計器用変圧器の出力がアナログ信号の場合、又は従来型の計器用変圧器を採用する場合でも、そのアナログ出力をアナログ／デジタル変換するユニットを追加する場合は、第7の実施の形態で説明した統合ユニットで計器用変圧器のデジタル出力信号も合わせて処理することができる。すなわち、統合ユニットは変流器と計器用変圧器で検出する主回路交流電流量（電流、および電圧情報）をまとめて保護制御単位で上位システムに伝送することができる。この場合、さらに伝送手段を効率よく運用することができる。

るとともに、現場の変電機器と本館の保護制御装置間を接続する大量の電気ケーブルをさらに大幅に削減でき、機器据付工事の据付時間、コストをさらに低減できることは言うまでもない。

#### 【 0 1 3 4 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、一般のプリント基板の多層基板製作技術を応用して、多層のプリント基板の外側の基板面と、基板内層に金属箔を形成し、この金属箔をを基板を貫通して電氣的に接続することにより複数の巻線を形成し、また基板の内層に帰路線となる金属箔を形成し、この帰路線と複数の巻線とを電氣的に直列に接続し、かつ、巻線が囲む面積と、帰路線が囲む面積が等しくなるように巻線の半径を決定するようにしたので、ログスキーコイルの中央の開口部を貫通するような外部磁界に影響されず、耐ノイズ性に優れ、高精度の電流計測が行える安価な変流器を得ることができる。

#### 【 0 1 3 5 】

また、プリント基板からなる多重巻線ログスキーコイルと、その近傍に配置されるログスキーコイルの 2 次出力電圧をデジタル光信号に変換するセンサユニットとを組み合わせることにより、ログスキーコイルの中央の開口部を貫通するような外部磁界に影響されず、耐ノイズ性に優れ、高精度の電流計測が行える安価な変流器システムを得ることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態におけるログスキーコイルの構成を示す斜視図。

#### 【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態におけるプリント基板の構成を示す正面図。

#### 【図 3】

図 1 を III-III 線に沿って切断し、矢印方向に見た断面図。

#### 【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態におけるプリント基板の具体的な例を示す外形図。

#### 【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態におけるロゴスキーコイルの構成を示す斜視図。

【図 6】

本発明の第 2 の実施の形態におけるプリント基板の構成を示す正面図。

【図 7】

図 5 を VII-VII 線に沿って切断し、矢印方向に見た断面図。

【図 8】

本発明の第 3 の実施の形態におけるプリント基板の構成を示す断面図。

【図 9】

本発明の第 4 の実施の形態におけるプリント基板の構成を示す断面図。

【図 1 0】

本発明の第 5 の実施の形態におけるロゴスキーコイルの構成を示す斜視図。

【図 1 1】

本発明の第 6 の実施の形態による変流器システムの構成を示すブロック図。

【図 1 2】

本発明の第 7 の実施の形態による変流器システムの構成を示すブロック図。

【図 1 3】

本発明の第 7 の実施の形態における回線単位の複数の交流電流量を 1 つの統合伝送信号として伝送する場合のシステム構成例を示すブロック図。

【図 1 4】

従来の一般的なロゴスキーコイルの構成を示す正面図。

【図 1 5】

従来の他のロゴスキーコイルの構成例を示す正面図。

【図 1 6】

図 1 4 に示すロゴスキーコイルにおいて巻線に外部磁界が鎖交している状態を説明する模式図。

【図 1 7】

図 1 4 に示すロゴスキーコイルにおいて帰路線に外部磁界が鎖交している状態を説明する模式図。

【図 1 8】

外部磁界の発生する要因の一例を説明する斜視図。

【図 1 9】

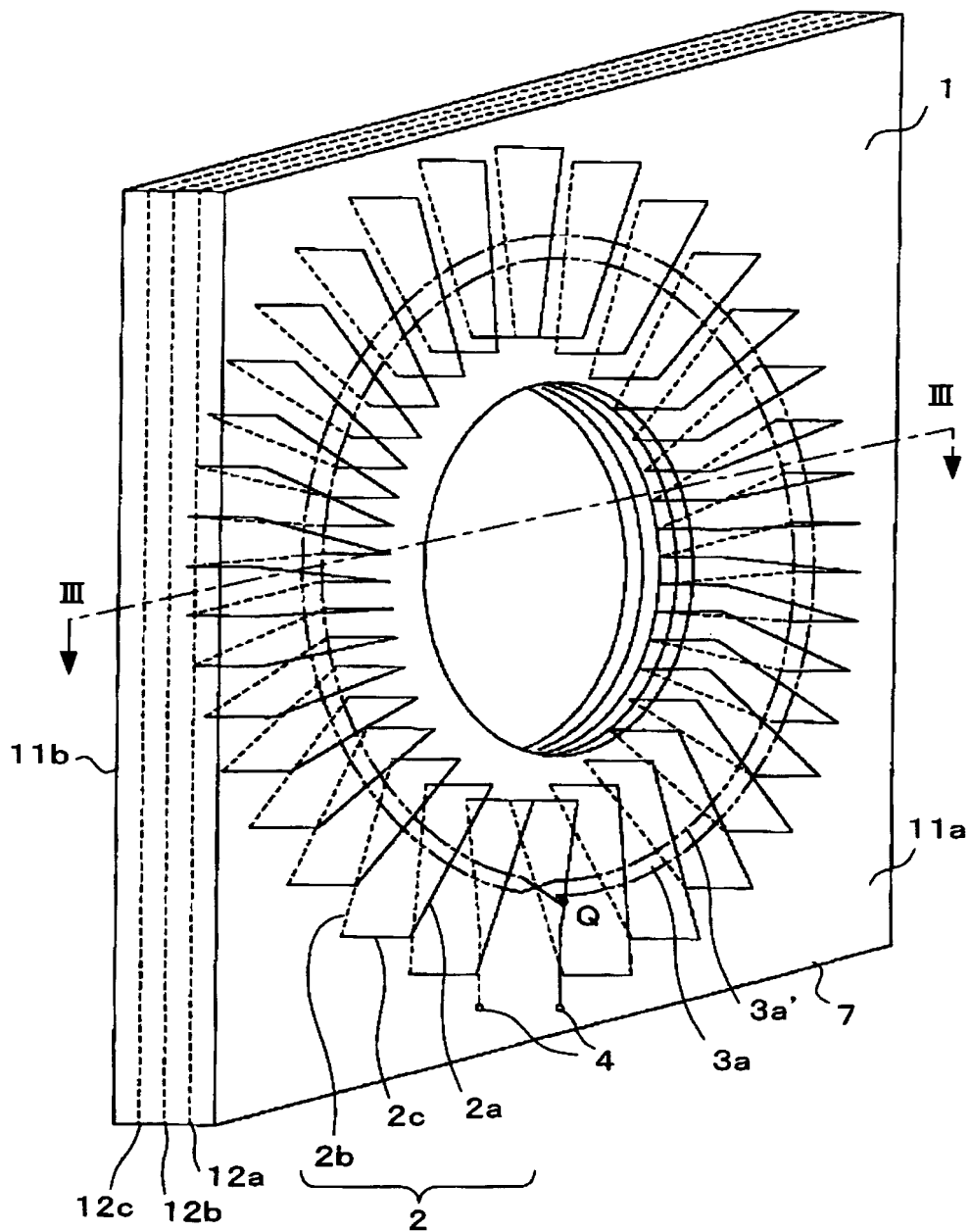
外部磁界の発生する要因の他の例を説明する斜視図。

【符号の説明】

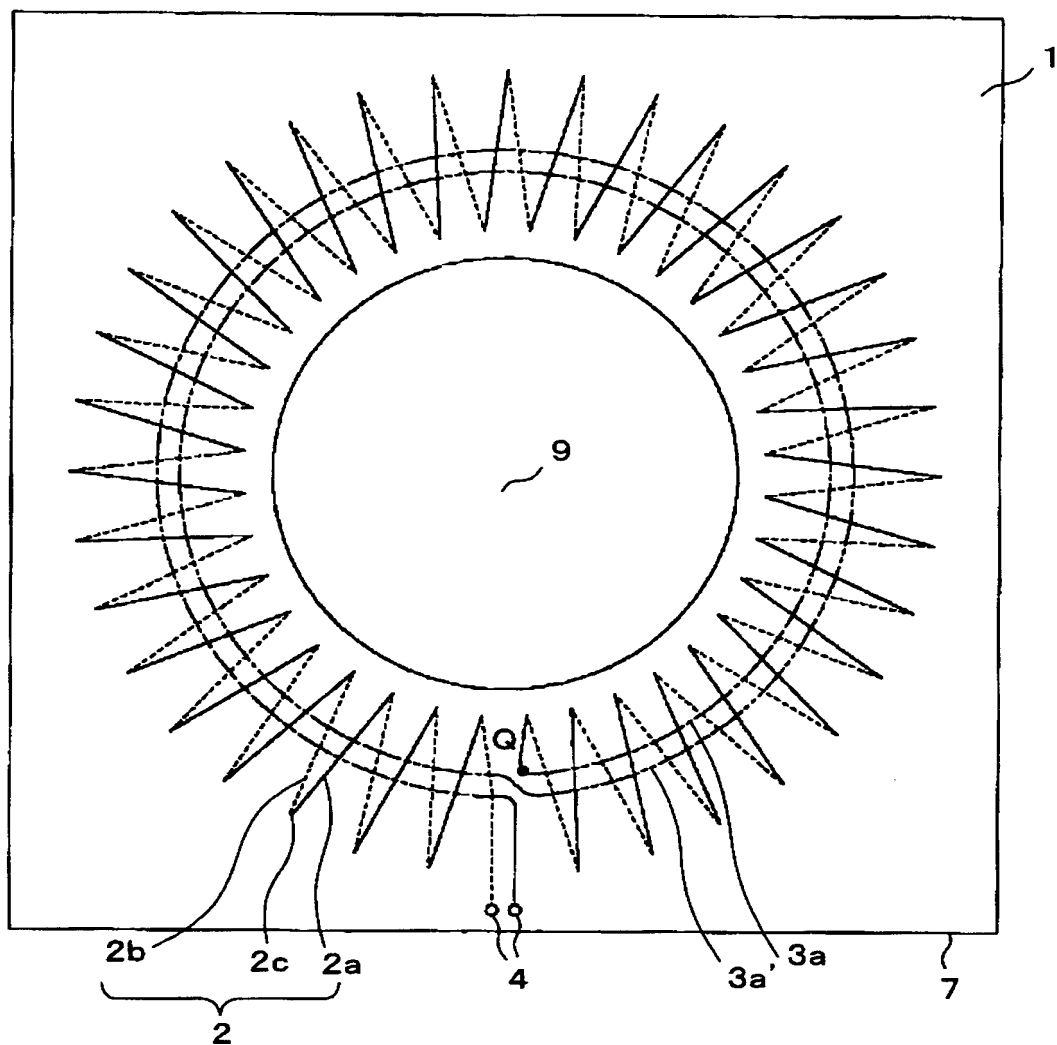
1…ロゴスキーコイル、2-1～2-4…巻線、2X-1、2X-2…多重巻線、2a、2b…放射状金属箔、2c…貫通穴、3…帰路線、3a…円周状金属箔、4…端子、5…導体、6…巻芯、7…プリント基板、9…開口部、11a…基板表面、11b…基板裏面、12a～12f…基板内層、20…センサユニット、21…積分器、22…ローパスフィルタ、23…アナログ／デジタル変換器、24…PLD、25…CPU、26…電気／光変換器、27…電源回路、30、32…光伝送手段、31…ツイストペア電線、40…統合ユニット、41…光／電気変換器、42…統合手段、43…PLD、44…CPU、45…同期手段、46…通信インターフェース、47…第2の電気／光変換器、48…光／気変換器、49…電源回路、50…変電所共通電源、101…線路回線、102…遮断器、103…第2の光伝送手段、104…上位システム、105…単母線。

【書類名】 図面

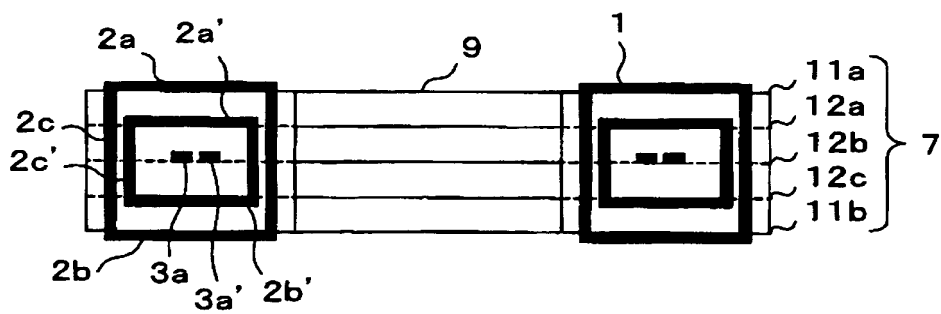
【図 1】



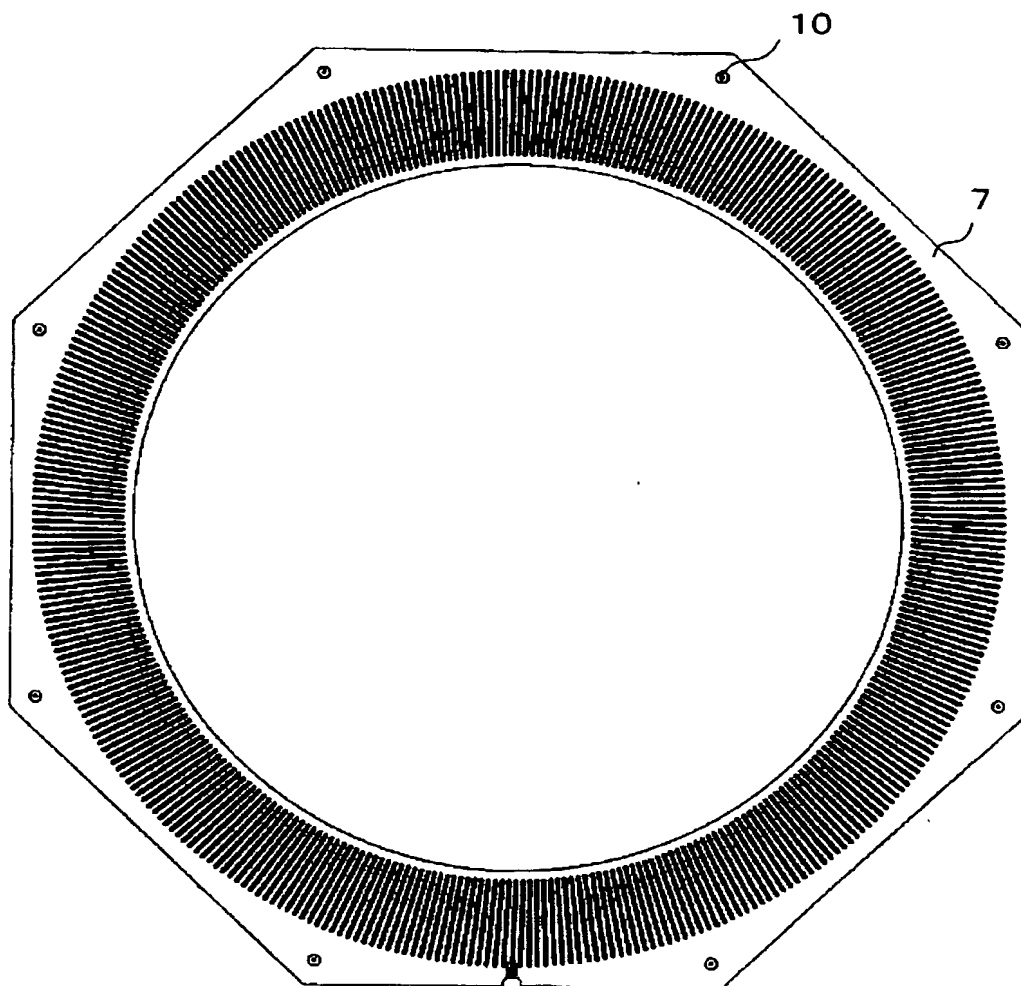
【図 2】



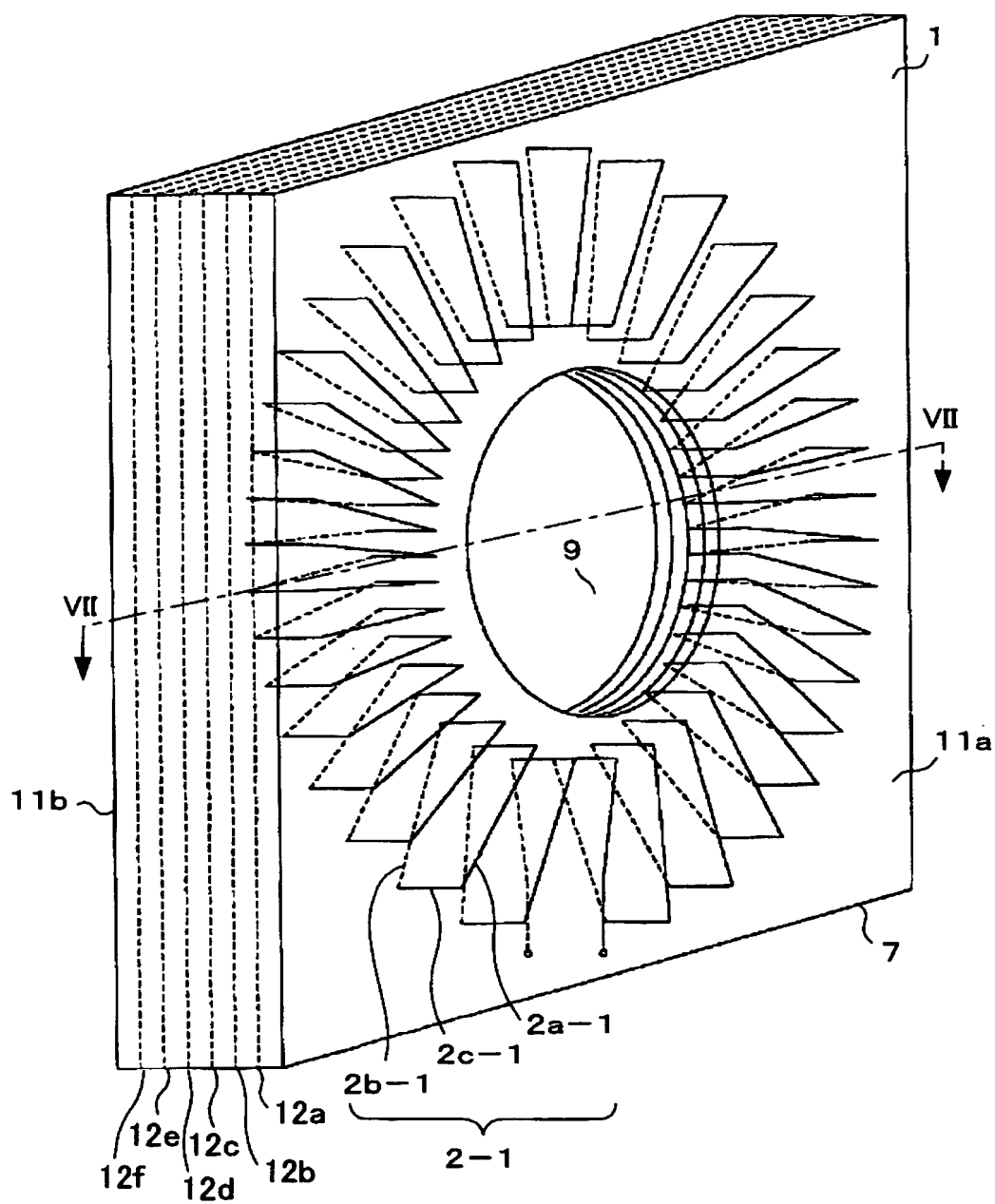
【図 3】



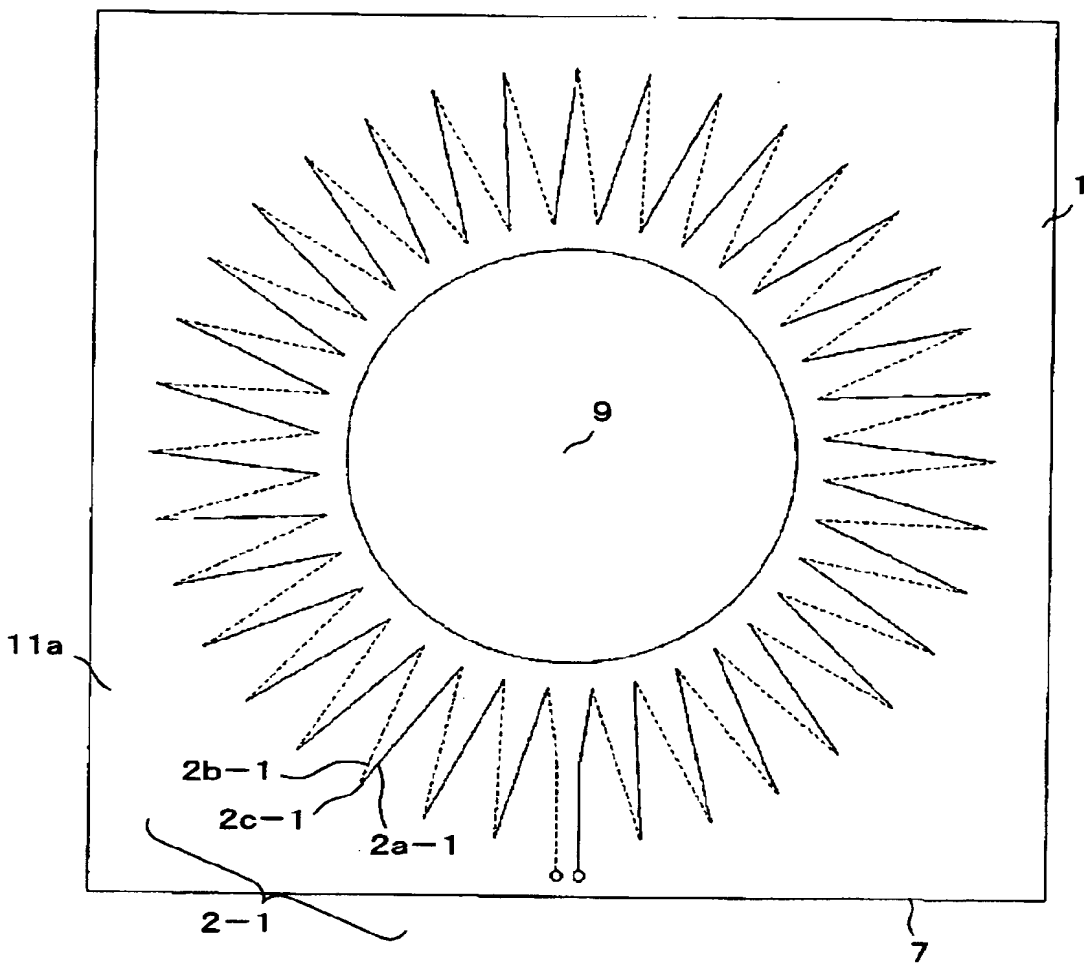
【図 4】



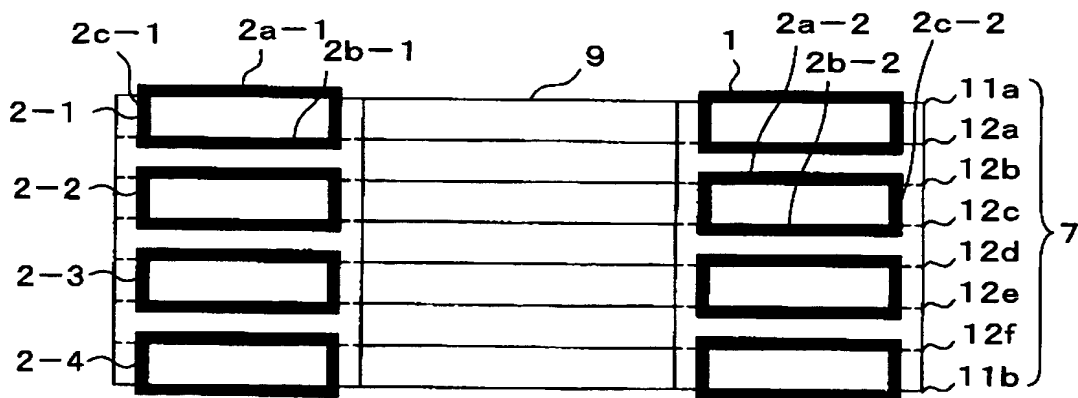
【図 5】



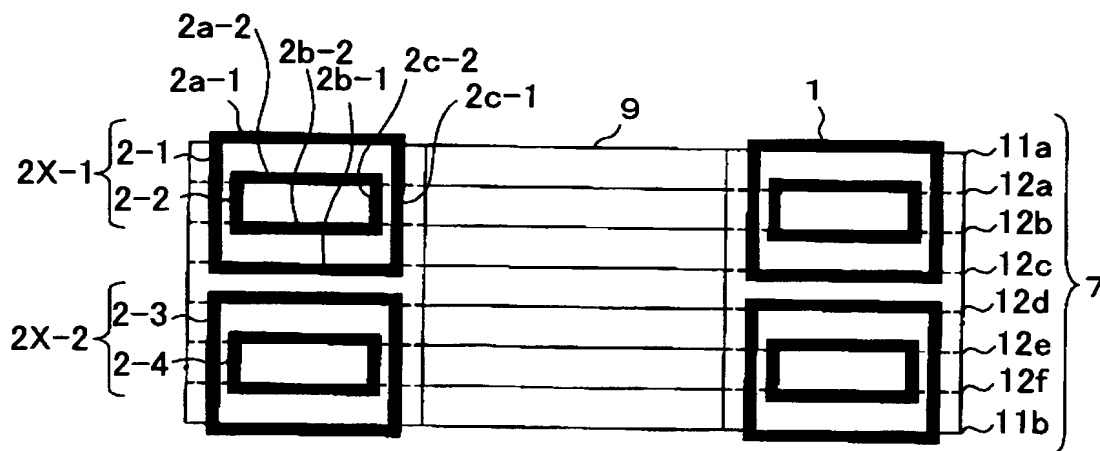
【図 6】



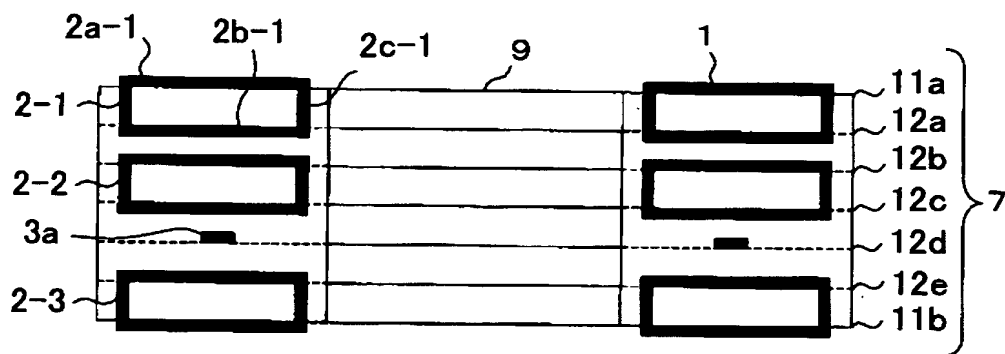
【図 7】



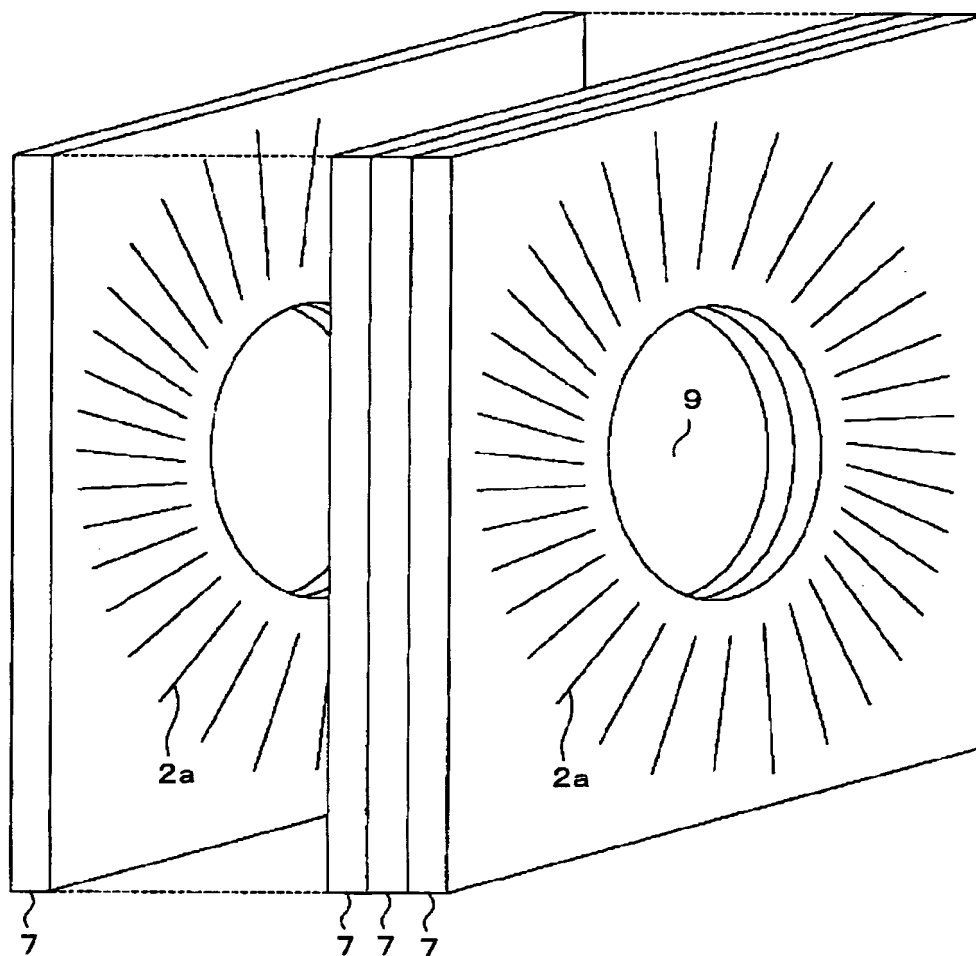
【図 8】



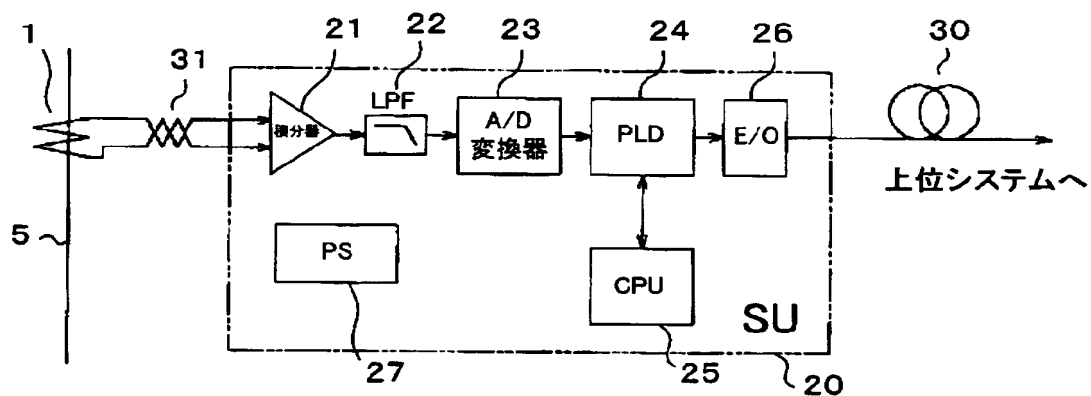
【図 9】



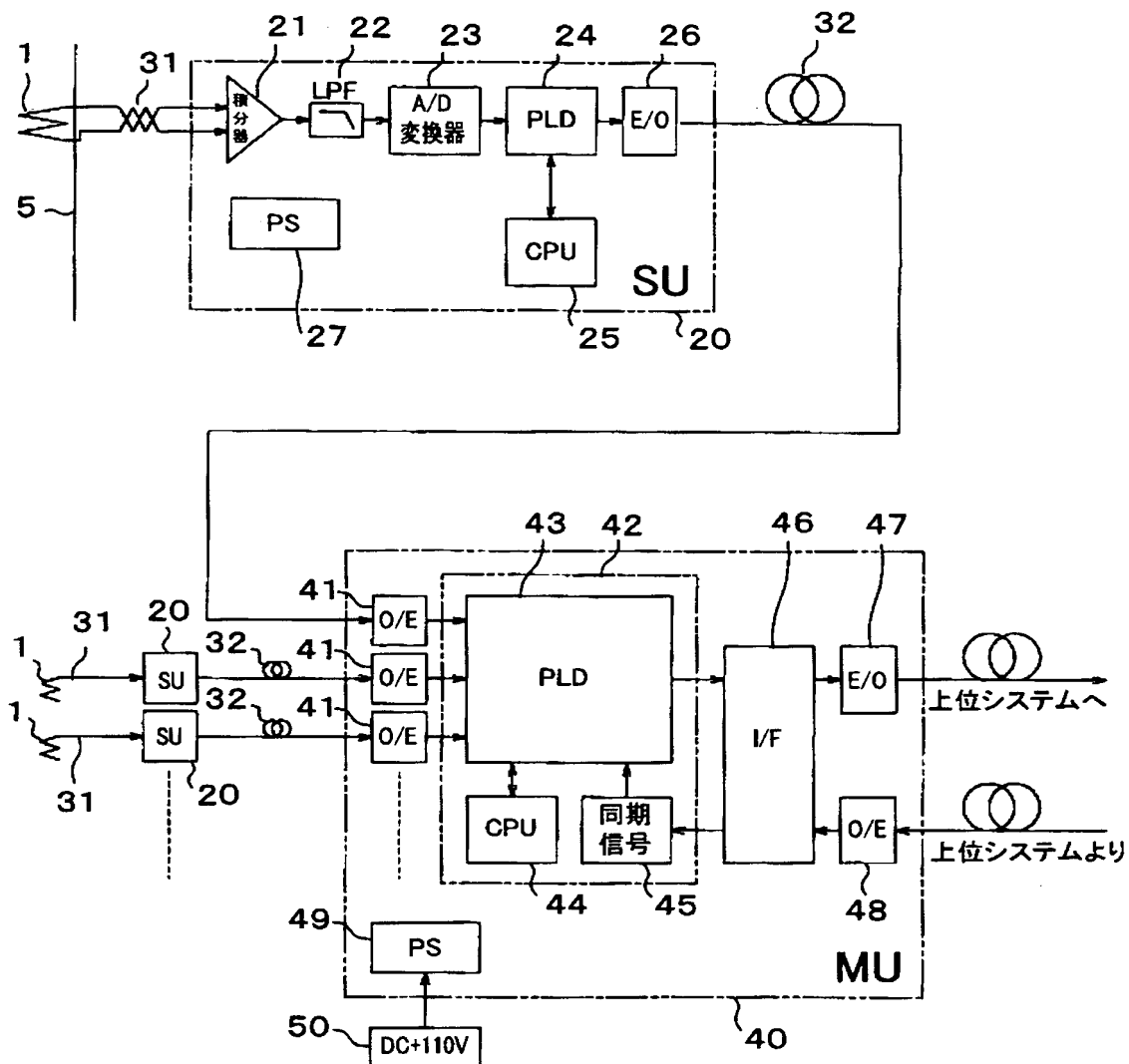
【図10】



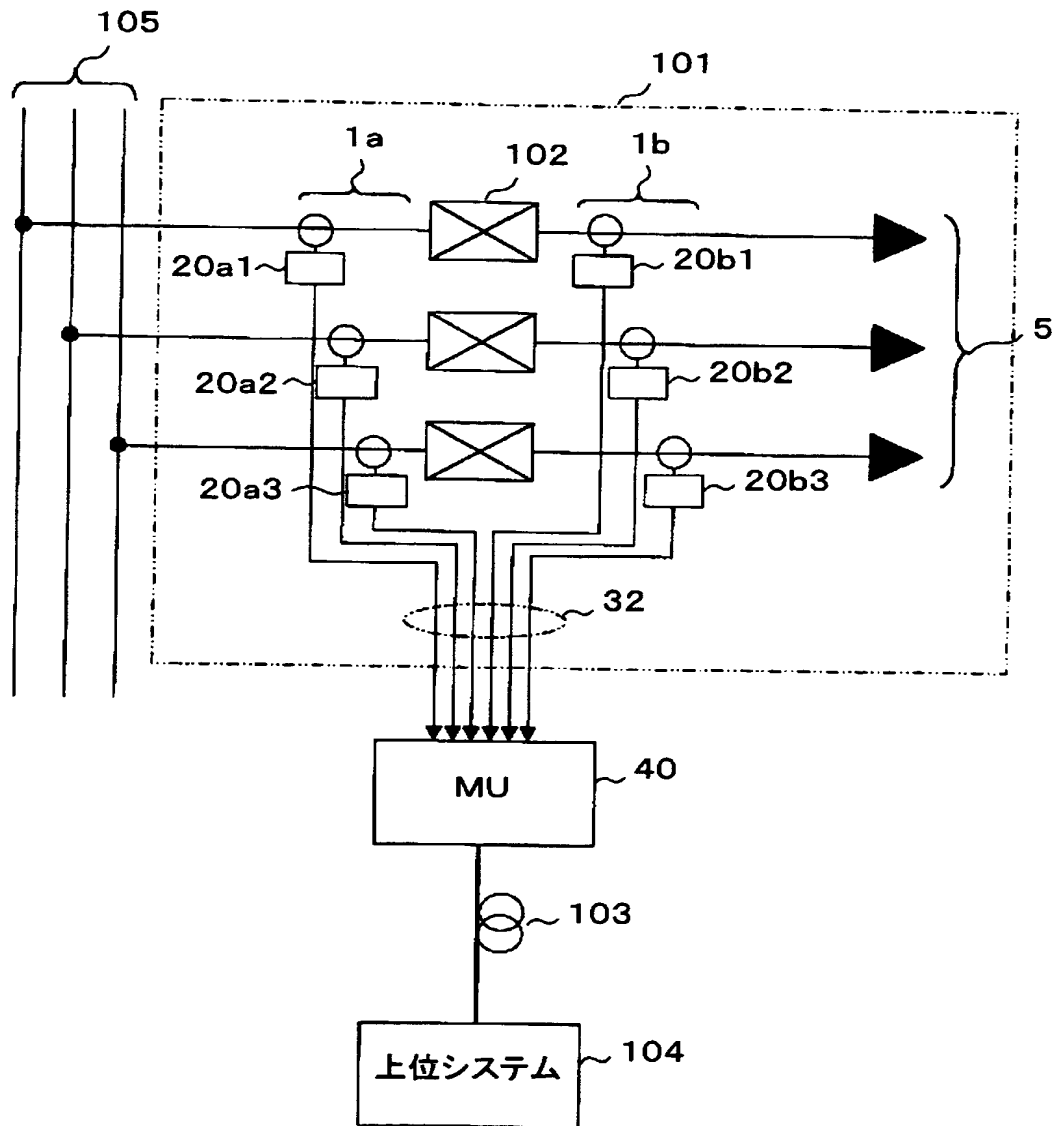
【図11】



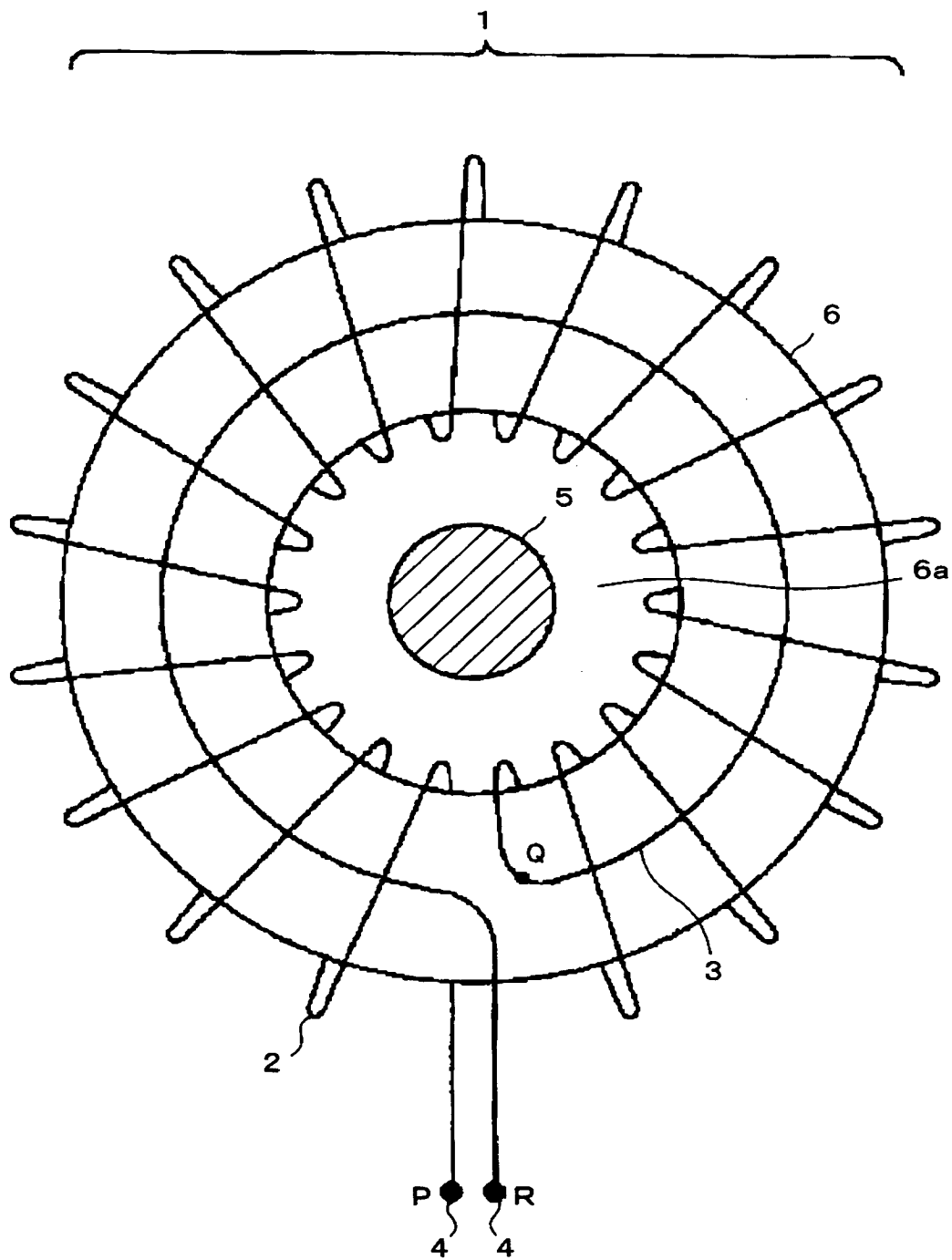
【図 12】



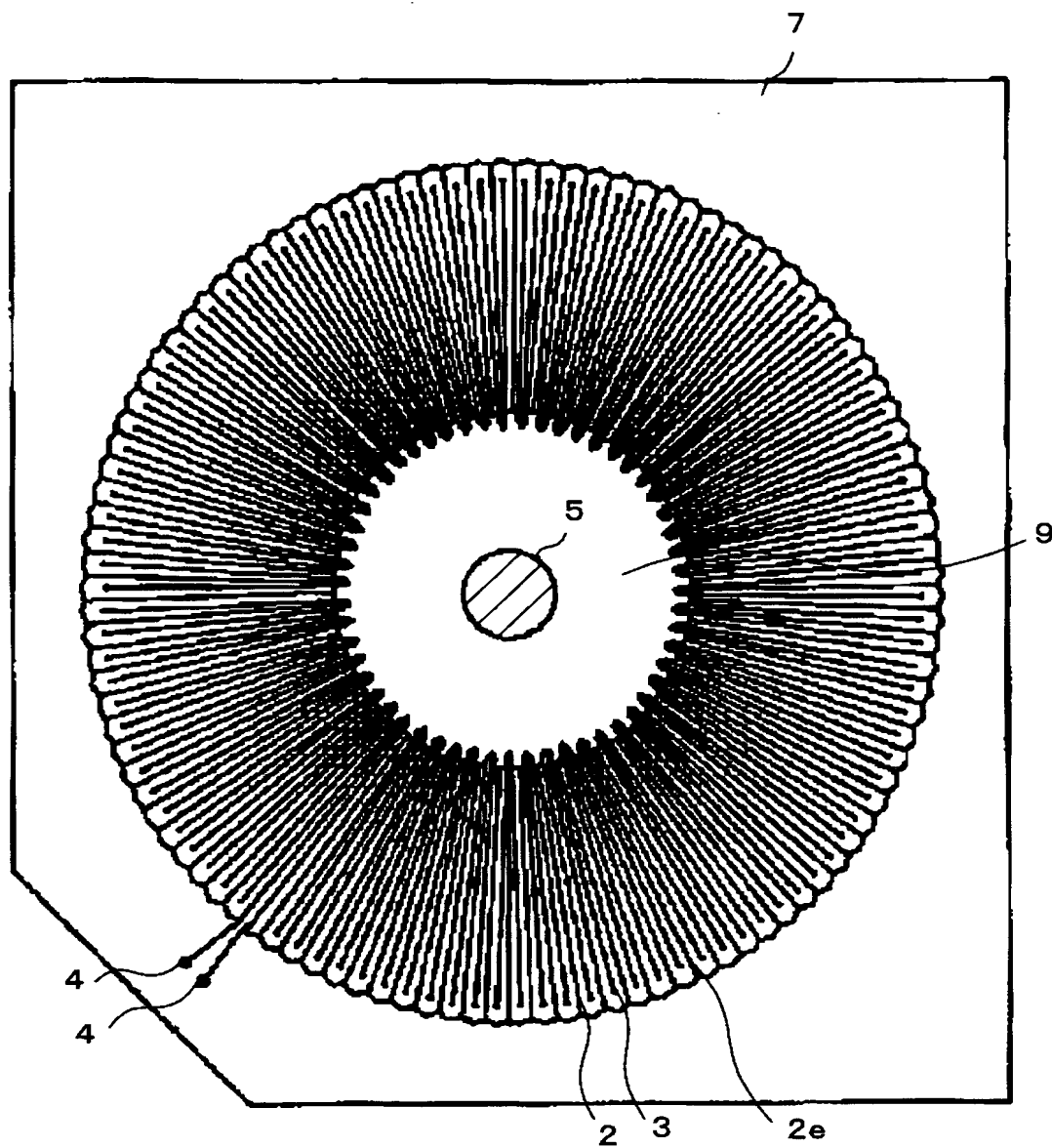
【図 13】



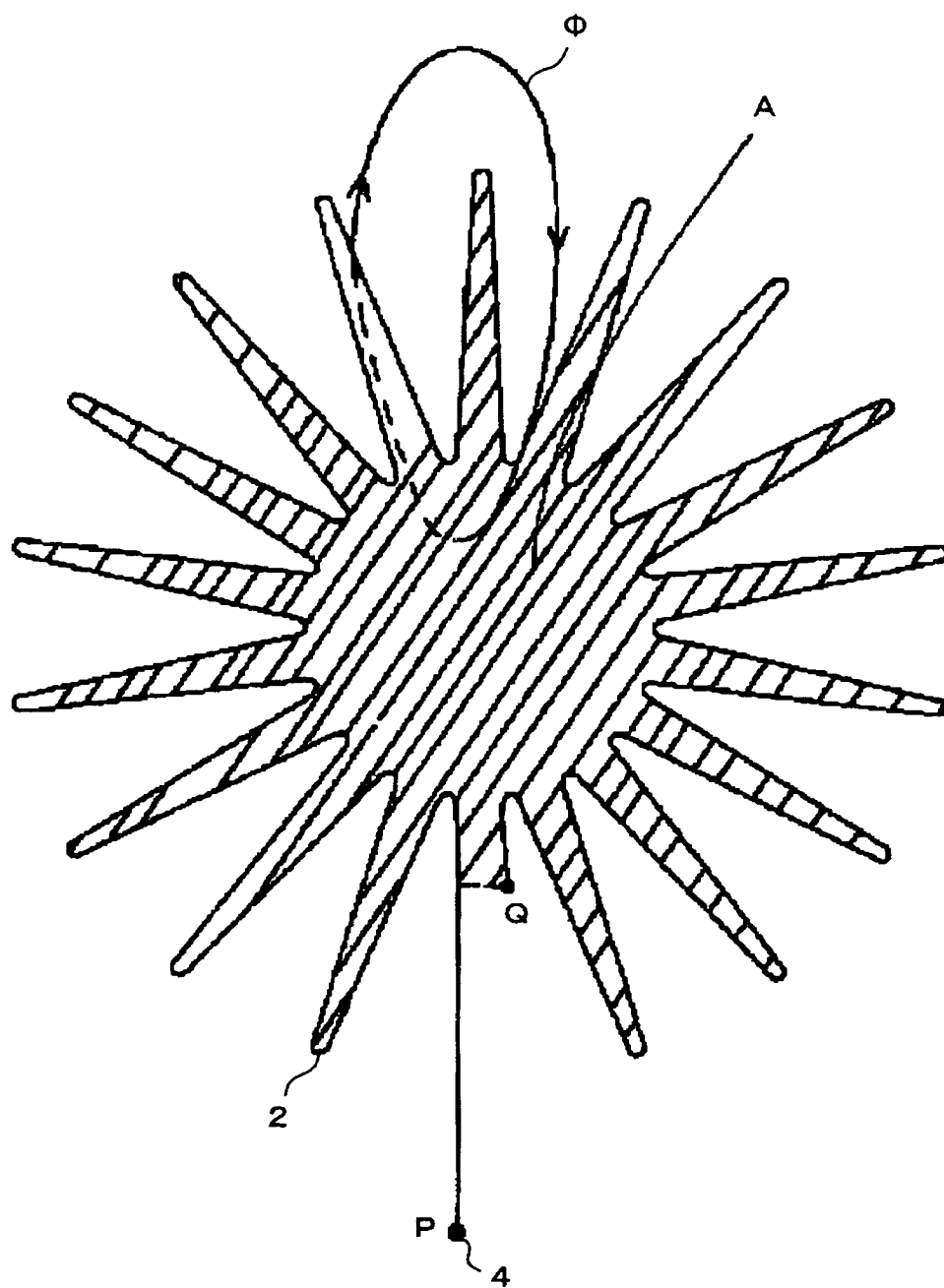
【図 14】



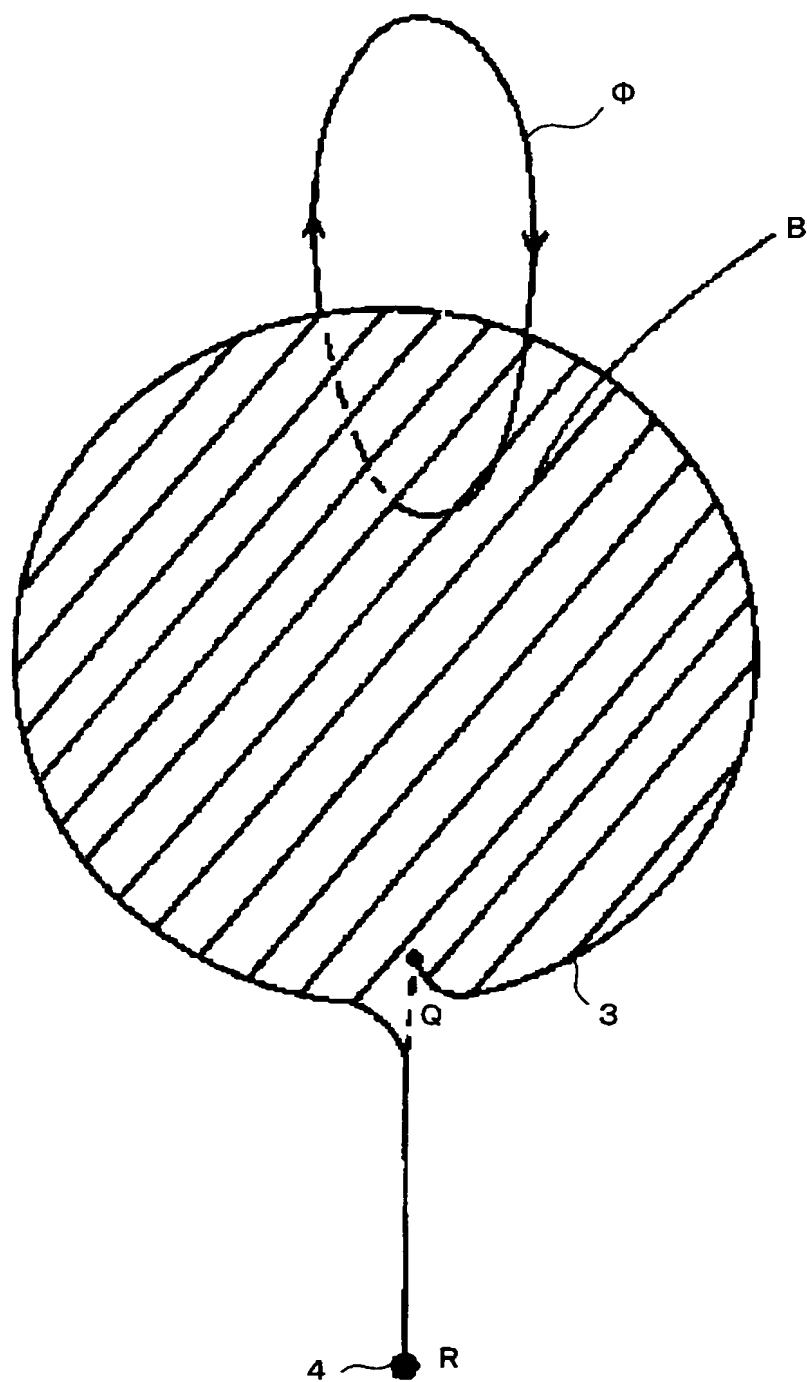
【図 15】



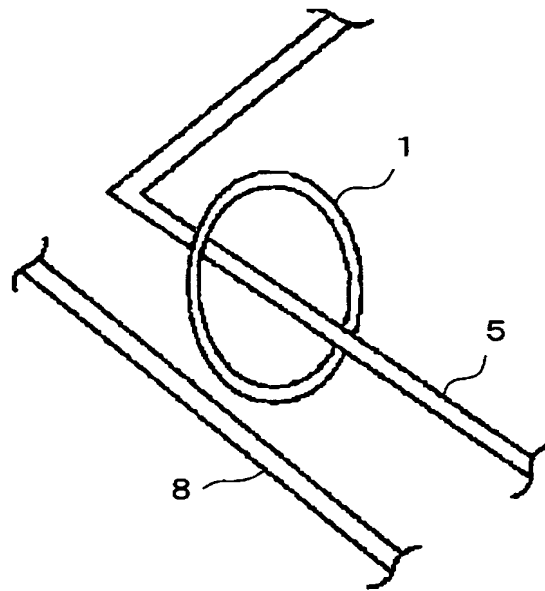
【図 16】



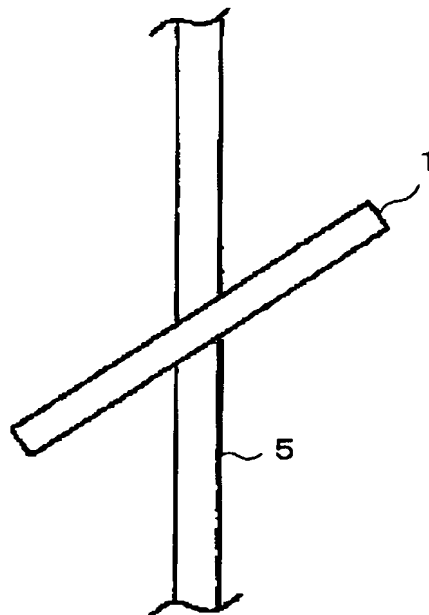
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プリント基板で作られたロゴスキーコイルを有する変流器において、巻線が囲む面積と、帰路線が囲む面積を等しくし、外部磁界に起因する電圧の発生を抑え、電流測定誤差を小さくする。

【解決手段】 多層のプリント基板 7 の外側の基板面 1 1 a、1 1 b と、基板内層 1 2 a、1 2 c に放射状に延びる金属箔 2 a、2 b 及び 2 a'、2 b' を形成し、この金属箔 2 a、2 b 及び 2 a'、2 b' を基板を貫通して電氣的に接続することにより多重巻線を形成し、また基板 7 の内層 1 2 b に円周状金属箔 3 a、3 a' を形成し、帰路線として多重巻線と電氣的に直列に接続し、かつ、巻線が囲む面積と、帰路線が囲む面積が等しくなるように円周状金属箔 3 a、3 a' の半径を決定する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 8 4 8 5 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝